1973

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG
Hannover · Berlin · Darmstadt · Dortmund

Gesamtherstellung: Druckerei Hans Oeding, Braunschweig

Printed in Germany

H 6661 F

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense
Gerhard Eichhorn
und Helmar Frank

Band 14 · Heft 3
September 1973
Kurztitel: GrKG 14/3

INHALT

HERMANN SCHROEDEL VERLAG KG

Im Verlaufe der sechziger Jahre gewann im deutschen Sprachraum, insbesondere im Umkreis der „Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft", die Erkenntnis an Boden, daß die eigentliche Triebfeder der Kybernetik das Bedürfnis ist, die Vollbringung auch *geistiger* Arbeit an technische Objekte zu delegieren, kurz: sie zu *objektivieren,* und daß dies nicht ohne eine über die geisteswissenschaftlich-phänomenologische Reflexion hinausgehende wissenschaftliche Anstrengung in vorhersehbarer und reproduzierbarer Weise möglich ist, nämlich nicht ohne eine *Kalkülisierung* geistiger Arbeit. Die Bedeutung der Logistik, der Informationstheorie und der Theorie abstrakter Automaten als mathematische Werkzeuge wird von diesem Gesichtspunkt aus ebenso einsichtig wie der breite Raum, den die Bemühungen um eine Kalkülisierung im Bereich der *Psychologie* und im Bereich der Sprache bzw., allgemeiner, der *Zeichen,* einnahmen.

Die geistige Arbeit, deren Objektivierbarkeit allmählich zum Leitmotiv dieser Zeitschrift wurde, ist nicht jene geistige Arbeit, die sich selbst schon in bewußten Kalkülen vollzieht und deren Objektivierung zu den Anliegen jenes Zweiges der Kybernetik gehört, die heute als Rechnerkunde oder Informatik bezeichnet wird. Vielmehr geht es in dieser Zeitschrift vorrangig darum, die verborgenen Algorithmen hinter jenen geistigen Arbeitsvollzügen aufzudecken oder wenigstens durch eine Folge einfacherer Algorithmen anzunähern und damit immer besser objektivierbar zu machen, welche zur Thematik der bisherigen Geisteswissenschaften gehören. Der größte Bedarf an Objektivation in diesem Bereiche ist inzwischen bei der geistigen Arbeit des *Lehrens* aufgetreten. Mit der Lehrobjektivation stellt diese Zeitschrift ein Problem in den Mittelpunkt, dessen immer bessere Lösung nicht ohne Fortschritte auch bei der Objektivierung im Bereich der Sprachverarbeitung, des Wahrnehmens, Lernens und Problemlösens, der Erzeugung ästhetischer Information und des Organisierens möglich ist. Die Bildungstechnologie als gemeinsamer, sinngebender Bezugspunkt soll künftig auch bei kybernetikgeschichtlichen und philosophischen Beiträgen zu dieser Zeitschrift deutlicher sichtbar werden. (GrKG 13/1, S. 1 f.)

Manuskriptsendungen gemäß unseren Richtlinien auf der dritten Umschlagseite an die Schriftleitung:

Prof. Dr. Helmar Frank
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer
(Geschäftsführende Schriftleiterin)
Institut für Kybernetik
D-479 Paderborn, Riemekestraße 62
Tel.: (0 52 51) 3 20 23 u. 3 20 90

Anzeigenverwaltung und Vertrieb: Hermann Schroedel Verlag KG, D-3 Hannover, Zeißstraße 10

Erscheinungsweise: Viermal im Jahr mit je ca. 32 Seiten.
Preis: Einzelheft DM 7,40 – Jahresabonnement DM 29,60 (zuzüglich Postgebühren).

Bildungstechnologie und Lehrplanung

von Helmar FRANK, Paderborn

Aus dem Institut für Kybernetik, Berlin und Paderborn, und dem Institut für Kybernetische Pädagogik im FEoLL Paderborn (Direktor: Prof. Dr. Helmar Frank)

1. *Konfliktursachen und Kooperationsrahmen*

Die pädagogische Strömung, die sich selbst u.a. als „Curriculumforschung", „Curriculummethodologie" oder „Curriculumrevision" bezeichnet, tauchte im deutschen Sprachraum (Robinsohn, 1967) *nach* den sich hier seit 1963 ausbreitenden, heute unter dem Begriff der „Bildungstechnologie" zusammengefaßten Bemühungen um die Lehrobjektivierung auf und löste diese in den Augen der Öffentlichkeit etwa ab 1971 als pädagogische Modeerscheinung ab. Die Polemik zwischen den beiden Lagern wurzelt nicht nur hierin und in der damit zusammenhängenden Rivalität beim Kampf um Forschungsmittel, um Stellen und um Einfluß auf die Bildungsplanung. Vier tiefer liegende Konfliktursachen kommen hinzu:

(1) Die curricular Interessierten unterstellen den Bildungstechnologen pauschal einen Hang zur „Technokratie", was von diesen mit dem Vorwurf der „Soziokratie" beantwortet wird. Dabei wird (in Abwandlung des ursprünglichen Wortsinnes) als „technokratisch" die (vermeintlich grundsätzliche) Unterordnung technischer Entwicklungen unter die Wertsetzungen der jeweils Herrschenden angeprangert, sowie auch die Beschränkung der Entscheidungsfreiheit mit Rücksicht auf die schon getätigten Investitionen in die Technik. Die umgekehrte Befürchtung der „Soziokratie" richtet sich gegen die (vermeintlich jeder Curriculums-Ideologie wesentliche) Beschränkung der Freiheit – insbesondere von Forschung und Entwicklung – durch Entscheidungen meist „demokratisch" genannter Gremien, deren Einzelmitglieder für die Folgen solcher Entscheidungen nicht haftbar gemacht werden können. (Der Soziokratie-Vorwurf trifft also die Nichtberücksichtigung der liberalen Grundforderung: Demokratie – wie jede Herrschaft – überall dort abbauen, wo sie die Freiheit beeinträchtigt!)

(2) Die wissenschaftliche Auseinandersetzung zwischen beiden Lagern wird durch die beiderseits aufgebauten sprachlichen Barrieren behindert. Die bildungstechnologische Seite erschwert ihr Verstandenwerden nicht selten durch ein Übermaß an mathematisch-statistischen und an formalkybernetischen Ausdrucksweisen auch dort, wo dies nicht der Kürze, Klarheit oder Deutlichkeit dient und dadurch gerechtfertigt wäre. Das curriculare Schrifttum andererseits stößt Liberale und Konservative oft durch unkritische Verwendung des Emanzipationsvokabulars ab, befremdet durch übertriebenen Gebrauch leicht entbehrlicher Fremdwörter und verwirrt durch die bedeutungsverändernde Verwendung auch in der Bildungstechnologie üblicher Ausdrücke. – Es dient dem „Ziel der Verständlichkeit für jedermann" und dem Zurückdrängen der „seit Kriegsende bei uns in alle Bereiche des Lebens eingedrungenen Flut von Amerikanismen" (Gustav W. Heinemann, 1973), wenn beiderseits eine möglichst schlichte und eindeutige Ausdrucksweise angestrebt wird. Insbesondere sollte das Wort „Lernziele" überall dort, wo es nicht die Ziele des Lernenden bezeichnen soll, durch das Wort *Lehrziele* (und entsprechend „Lernprogramm" durch *Lehrprogramm*) ersetzt werden, das Wort „objektiviert", wo es nicht im Sinne der Kybernetik „an ein Objekt übertragen" meint, durch *beobachtbar* (*gemacht*) und das Wort „positivistisch" – außer im Sinne des (Neo-)Positivismus –

durch das Wort *wissenschaftlich*. Zu vermeiden sind auch die Ausdrücke „Curriculum" (*Lehrplan*), „Evaluation" (*Bewertung* oder speziell: *Prüfung*), „Legitimation" (*Rechtfertigung*), „operationalisieren" (*meßbar machen*) und „Computer" (*Rechner*).

(3) Seitens der Lehrplaner wird den Bildungstechnologen Vereinfachung vorgeworfen, während diese jenen Ungenauigkeit zur Last legen. — Dieser Konfliktgrund ist aufzuheben durch gemeinsame Besinnung auf die cartesische Methode, die vom Einfachsten zum Komplexesten zwar „allmählich" aber jedenfalls „aufzusteigen" fordert, und zuvor die zu lösenden Schwierigkeiten in Teilprobleme zu teilen (also nicht einfach ob der anfänglichen Ungenauigkeiten zu meiden) trachtet.

(4) Bildungstechnologie und Lehrplanung befürchten beide von der jeweils anderen Seite gebremst zu werden. Denn die Schaffung großer Mengen von Bildungsprogrammen wird bis zu einer umfassenden Lehrplanreform zu *verschieben* gefordert, weil die stabilisierende Wirkung eines solchen Lehrguts die Verzögerung dieser Reform bedeuten könnte. — Auch hier kann der Rückgriff auf Descartes (1637) helfen, der „*bevor* man das Haus, in dem man wohnt, von neuem aufzubauen beginnt", ein anderes Haus fordert, in welchem man einstweilen „bequem wohnen kann". —

Flechsig (1972) und v. Cube (1973) weisen unabhängig voneinander darauf hin, daß Bildungstechnologie und Lehrplanung sich wechselseitig *ergänzen* und *bedingen*. Während es der Bildungstechnologie um neue Lehrmethoden und Lehrmittel (Medien) geht, schlägt die Lehrplanung neue Lehrziele und Lehrinhalte vor. Die Steigerung des Wirkungsgrads der pädagogischen Arbeit durch das, was v. Cube „didaktische Automation" nennt, erfordert erhöhte Genauigkeit in Ziel *und* Weg, also die aufeinander bezogene Ausarbeitung von Lehrplänen und Lehralgorithmen. Bild 1 veranschaulicht die wichtigsten dieser geforderten Beziehungen bei der Zusammenarbeit zur fortwährenden Erneuerung unseres Bildungswesens.

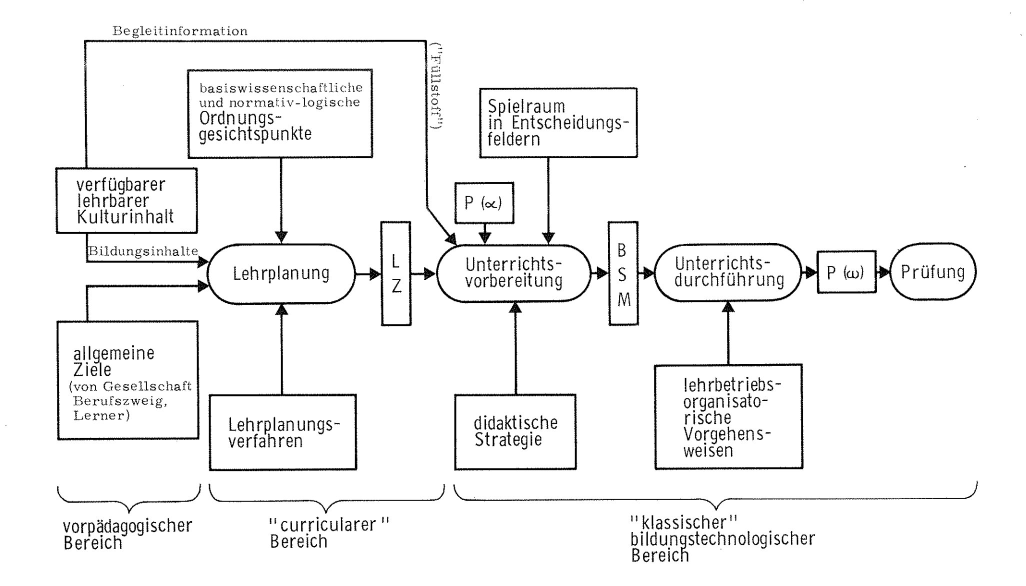


Bild 1: Zum Zusammenhang zwischen Bildungstechnologie und Lehrplanung

Vor einer Bewertung durch *Prüfung* des erreichten Lernzustands P(ω) der Adressaten eines *durchgeführten* Unterrichts muß dieser Unterricht *vorbereitet* werden. Die Vorbereitung besteht in der Anwendung einer didaktischen Strategie
(1) zur Erstellung eines (Lehr- oder allgemeiner:) Bildungs-Algorithmus *B*, nach welchem den Adressaten Information zu vermitteln ist,
(2) zur Auswahl eines geeigneten Mediums oder eines Mehrmediensystems *M*, mittels dessen dieser Informationsumsatz erfolgen soll, und evtl.
(3) zur Suche einer geeigneten soziokulturellen Lernumwelt *S*
— je innerhalb eines verfügbaren Spielraums in diesen drei Entscheidungsfeldern.

Als Bedingungen sind für die Unterrichtsvorbereitung der Lehrstoff *L* und das Ziel *Z* vorgegeben, sowie evtl. die psychostrukturellen Voraussetzungen P(α) über den Lernenden, falls diese nicht geeignet festgelegt und durch eine Adressatenauswahl aufgrund einer Aufnahmeprüfung sichergestellt werden.

Die drei „klassischen" *bildungstechnologischen* Arbeitsgänge setzen also die im Schrifttum meist „Curriculumkonstruktion" genannte *Lehrplanung voraus*. Sie gewinnt *L* und *Z* mittels (heute noch unterentwickelten) Lehrplanungsverfahren, indem sie aus der Gesamtheit aller verfügbaren lehrbaren Kulturinhalte aufgrund vorpädagogischer Ziele Bildungsinhalte auswählt, und diese nach sachlogischen (basiswissenschaftlichen) oder normativ-logischen Ordnungsgesichtspunkten in eine Halbordnung bringt, d.h. in ein System, dem zu je zweien seiner Elemente zu entnehmen ist, welches davon im Unterricht dem anderen zeitlich (mittelbar oder unmittelbar) vorausgehen muß, oder ob eine derartige Vorschrift sach- und normativ-logisch unerheblich ist. Eine solche halbgeordnete Menge zielgerecht bewerteter Lehrstoffteile bzw. zielgemäß beabsichtigter Lernergebnisse heißt *Lehrplan*, englisch: curriculum (vgl. dazu auch Johnson, 1971).

2. *Leistungen und Begriff der Bildungstechnologie*

Dem gegenwärtigen Rahmen wäre eine allgemeine Übersicht über die Bildungstechnologie unangemessen; beabsichtigt ist vielmehr deren Beleuchtung im Hinblick auf ihren Zusammenhang mit der Lehrplanung. Dazu verfolgen wir die in Bild 1 dargestellte Tätigkeitsordnung von hinten nach vorne.

Die Objektivierung von Prüfungen durch spezielle Prüfungsautomaten oder entsprechend programmierte Rechner wurde — im Gegensatz beispielsweise zur ČSSR (Šatánek, 1966) — erst relativ spät im deutschen Sprachraum bearbeitet (vgl. die von Hertkorn, 1973, zusammengestellten Einzelberichte). Die gegenüber der persönlichen Prüfung sehr verminderte Prüfungsangst spricht nicht nur aus menschlichen Gründen für diese bildungstechnologische Möglichkeit, sondern genügt auch der testtheoretischen Forderung nach „Gültigkeit" (Vermeidung systematischer Meßfehler). Die vier Prüfungsdimensionen Zeit, Ausmaß, Verbreitung und Genauigkeit (Frank, 1972a) umreißen den verfügbaren Spielraum bei der Festlegung meßbarer Lehrziele durch die Lehrplanung.

Zur Objektivierung der Unterrichtsdurchführung hat die Bildungstechnologie eine große Anzahl von Medien — vom Bildungsfernsehen über die Lehrprogrammtexte und Darbietungsgeräte zu den autonomen Lehrautomaten und zum rechnerunterstützten Unterricht (RUU) und dazu passende Programmtypen bereitgestellt; eine einführende Übersicht liefert B.S. Meder in Frank/Meder (1971) zusammen mit Auflistungen
(1) der Argumente für die Lehrobjektivierung im allgemeinen und die Programmierte Instruktion im besonderen,
(2) der Vorteile audiovisueller Lehrautomaten (einschl. RUU) und
(3) der Unterscheidungsmerkmale solcher Systeme.

Im gegenwärtigen Zusammenhang ist lediglich der Hinweis auf die dort (S. 24) getroffene Unterscheidung zwischen „anbietendem Lehren" (durch Auskunftserteilung oder Lehrgegenstandssimulation) und „strategischem Lehren" (durch Lernsteuerung oder Lernregelung) bedeutsam: das *anbietende* Lehren folgt den Fragen und sonstigen *Aktionen* des Lernenden, also seinen nicht notwendig festen *Lern*zielen, während beim *strategischen* Lehren ein Algorithmus die Reihenfolge in der Informationsübermittlung so von P(α) und meist (nämlich bei der Lernregelung) auch von den Adressaten-*Reaktionen* abhängig macht, daß eine Erreichung des fest vorgegebenen *Lehr*ziels zu erwarten ist.

Für die Erzeugung solcher Algorithmen des strategischen Lehrens gibt es neben *intuitiven* (anthropologischer Ansatz!) und *pragmatisch-probierenden* (behaviouristischer Ansatz!) Vorgehensweisen insbesondere auch eine Reihe wenigstens teilweise aus psychologisch-pädagogischen Theorien abgeleiteter, also *systematischer* Verfahren. Im angelsächsischen Sprachraum sind die verhaltensorientierten Systeme Ruleg und Mathetic verbreitet. Im deutschen Sprachraum entstanden (als kybernetische Ansätze) mit dem Ludwig-Verfahren, der w-t-Didaktik und den Formaldidaktiken vor allem lehrstofforientierte didaktische Strategien, von denen die Formaldidaktiken (durch einen Didaktikrechner) *objektivierbar* sind. Einführende und vergleichende Darstellungen der wichtigsten systematischen Verfahren liefern B.S. Meder in Frank/Meder, 1971, und mehrere Autoren in Arlt/Hertkorn/Simons, 1972. Unabhängig davon, ob diese Verfahren von einem zu erzielenden Endverhalten ausgehen und Lehrstoffelemente nur zu deren genauerer Festlegung anführen (verhaltensorientierte Verfahren) oder ob sie umgekehrt die Zielsetzung auf der Grundlage des Lehrstoffs entsprechend den schon erwähnten vier Prüfungsdimensionen als Grad seiner Aufnahme durch die Lernenden vornehmen (lehrstofforientierte Verfahren) — durch die *systematischen* Verfahren der didaktischen Programmierung wird in Bild 1 der Anfang der Bildungs*technologie* hinter die (teil-)objektivierte Unterrichts*durchführung* zurückverlegt, also auch die Unterrichts*vorbereitung* zum Gegenstand bildungstechnologischer Forschung und Entwicklung gemacht.

Bildungstechnologie bezeichnet nämlich allgemein den technologischen (verfahrenskundlichen) Teil der Bildungswissenschaft.

Man stößt auf die Technologien beim Versuch, die Wissenschaftshauptgruppen von Stachowiak (1965, S. 127 f.) nach zwei voneinander logisch unabhängigen Gesichtspunkten zu klassifizieren. Der *Gegenstand* der einzelnen Wissenschaften kann (mindestens in seiner ursprünglichen Form) in der Wirklichkeit vorgefunden werden (was sowohl in den Erfahrungswissenschaften, also den Naturwissenschaften und den anthropologischen Wissenschaften, der Fall ist, als auch in Stachowiaks vierter Hauptgruppe, nämlich in den Kultur- und Geisteswissenschaften), oder aber (mindestens zunächst) den „rein imaginären Welten" entnommen, also bloßes Denkobjekt sein (was auf die Formalwissenschaften zutrifft). Die *Begriffsbestimmung* dieses Gegenstands kann — das ist der zweite Klassifikationsgesichtspunkt — entweder *ohne* Bezug auf menschliche Wertsetzungen und -verwirklichungen erfolgen (was bei den Erfahrungswissenschaften ebenso der Fall ist wie bei den Formalwissenschaften Logik, Arithmetik und Geometrie) oder aber bezugnehmend auf das eine oder andere. Letzteres trifft bei allen (systematischen wie historischen) Kultur- und Geisteswissenschaften zu, während die Verknüpfung der „rein imaginären Welten" mit menschlicher Wertsetzung und (vorläufig nur als Möglichkeit gedachter) Wertverwirklichung zu jenen operationalen Wissenschaften führt, denen die Kategorie der Machbarkeit gemeinsam ist, und die Stachowiak trotz der Problematik ihrer Axiomatisierung nicht scharf von den Formalwissenschaften trennt: wir meinen die *Technologien*.

Bild 2 stellt den Zusammenhang zwischen den verschiedenen Wissenschaftsgruppen, der normativen Ideologie und der Technik dar. Dabei ist weder die auf Induktionsschlüssen beruhende Entwicklung der Grunderkenntnisse der erklärenden (speziell der exakten) Erfahrungswissenschaften aus dem in den entsprechenden beschreibenden Wissenschaften vereinten Tatsachenmaterial eingetragen, noch die zum Gegenstand der Kultur- und Geisteswissenschaften werdenden Zeugnisse ideologischer

Einstellungen. Entscheidend ist in unserem Zusammenhang nur, daß die Technologien Mengen von Verfahren zur erwünschten Ist-Veränderung liefern, wobei sie in der Regel nicht allen denkmöglichen Wertungen zu dienen suchen, sondern sich nach den in der Wirklichkeit schon kultur- und geisteswissenschaftlich aufweisbaren Wertungen richten. Meist wandeln sie dabei mittels formalwissenschaftlicher (Umkehr-)Verfahren allgemeine, erfahrungswissenschaftliche *Gesetze* (z.B. über den sich bei einer Zusammenschaltung bekannter elektrischer Schaltelemente ergebenden komplexen Widerstand oder über die resultierende Lernwirkung bestimmter Einflüsse) um in (bedingte) Vorschriften zur Erzielung (evtl.) gewünschter Ergebnisse (z.B. zur Synthese eines elektrischen Netzwerkes mit vorgegebenem komplexen Widerstand bzw. eines Unterrichts mit vorgeschriebenem Lernerfolg). Diese technologischen Verfahren gehören ebenso wie die erfahrungswissenschaftlich gewonnenen „Ist"-Meßwerte zu den verfügbaren Mitteln, deren planmäßige Anwendung zur Erreichung der ideologisch gesetzten Ziele (Soll-Werte) das Wesen der Technik als besonderer Weise der Wirklichkeitsveränderung ausmacht. –

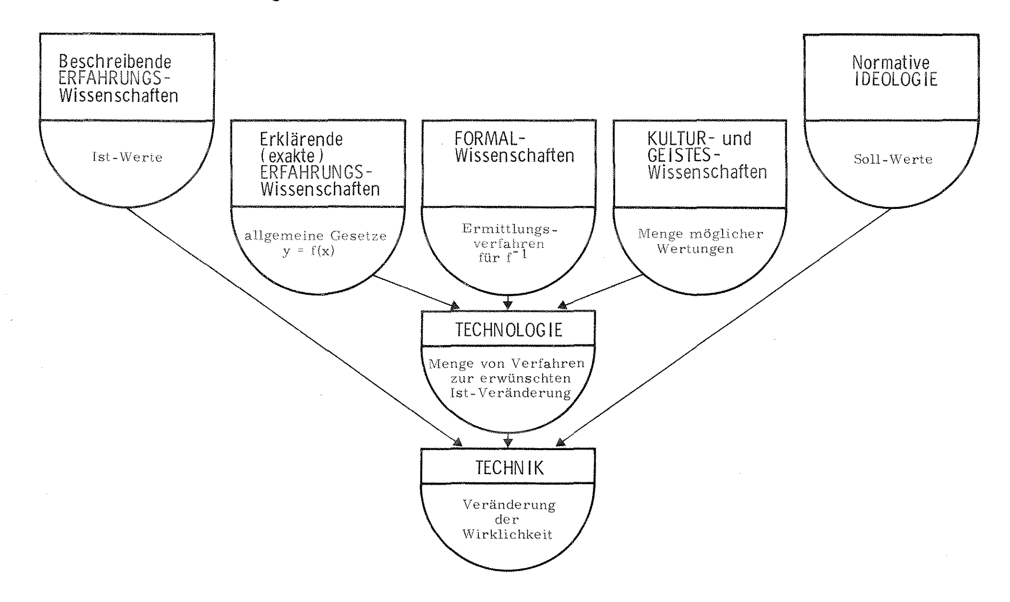


Bild 2: Begründungs-Zusammenhang zwischen den Wissenschaftshauptgruppen, der nomativen Ideologie und der Technik

Wo die (dann als didaktische *Technik* zu bezeichnende) Vorbereitung eines (z.B. objektivierten) Unterrichts *nicht* ein je einmaliger, intuitiver Akt ist oder ausschließlich durch Versuch und Irrtum erfolgt, sondern sich auf wissenschaftlich begründete Verfahren stützen kann, also systematisch verfährt, dort liegt also Bildungs*technologie* zugrunde. Sie wird durch die Formaldidaktiken, wie sich gleich zeigen wird, noch weiter zu den in Bild 1 dargestellten Anfängen vorangetrieben.

Die kybernetische Pädagogik will soweit möglich und wünschenswert zur Objektivierung pädagogischer Arbeit beitragen und ist dazu auf kalkülisierende Methoden angewiesen. Dies zeigt sich insbesondere im Bereich der Formaldidaktiken, wo eine nicht mehr durchweg unmittelbar intuitiv einsehbare Präzisierung von *L* (z.B. bei der Messung des Informationsgehalts) und *Z* (z.B. bei der

Festlegung geforderter Mindestwahrscheinlichkeiten des Lehrerfolgs) unvermeidlich wird. Die kultur- und geisteswissenschaftlich aufweisbaren Sinngebungen (*LZ*-Vorgaben) erfüllen diese Bedingung in der Regel *nicht*, können daher von der kybernetischen Pädagogik nicht unvermittelt übernommen werden. Mindestens im Rahmen der kybernetischen Pädagogik muß also der in Bild 2 gezeigte Übergang zwischen der „klassischen" (Bildungs-)Technologie und den Kultur- und Geisteswissenschaften hinter die durch *L* und *Z* gebildete Nahtstelle (vgl. Bild 1) zurückverlegt werden. Die der Technologie von den Kultur- und Geisteswissenschaften vorzulegende Menge möglicher Wertungen (Bild 2) sind dann nicht mehr *LZ*-Mengen, sondern Mengen vorpädagogischer Ziele.

In der *kybernetischen* Pädagogik verschwindet also nicht nur die Frontbildung, sondern sogar die Grenzziehung zwischen Bildungstechnologie und Lehrplanung: die Lehrplanung wird als erste (vordidaktische) Stufe der Bildungstechnologie in diese aufgenommen. Ausgeschlossen, weil nicht bildungstechnologisch auswertbar, bleibt dabei nur ein gewisser curricularer Bereich des einschlägigen Schrifttums, der nämlich an *jene* soziologische Sprache *gebunden* bleibt, die nach Heinemann (1973) „berühmt und berüchtigt wegen ihrer Unverständlichkeit ist."

3. *Die Problematik der Lehrplanung*

Robinsohn (1971, S. 59 f.) nennt fünf Gründe für das rasch angewachsene Interesse an Methoden der Lehrplanung:
1) den beschleunigten Zuwachs an wissenschaftlicher Erkenntnis,
2) die zunehmende Verwissenschaftlichung des Lebens,
3) die Forderung der Bildungstechnologie nach Inhalts- und Zielpräzisierung,
4) die Ausweitung der Pflichtschulzeit und des Schulbesuchs,
5) die gesteigerte Bedeutung der Bildung als Produktionsfaktor.

Robinsohn geht (1967, S. 45) von der Annahme aus, „daß in der Erziehung Ausstattung zur Bewältigung von Lebenssituationen geleistet wird." Für die Lehrplanung ergibt sich daraus „die Aufgabe, Methoden zu finden und anzuwenden, durch welche diese Situationen und die in ihnen geforderten Funktionen, die zu deren Bewältigung notwendigen Qualifikationen und die Bildungsinhalte ..., durch welche diese Qualifizierung bewirkt werden soll" zu ermitteln sind. Sieht man davon ab, daß die kybernetische Pädagogik (mindestens bisher) eher inhalts- als verhaltensorientiert ist, also im Gegensatz zu Robinsohn *L vor Z* betrachtet, dann kann die quantitative *Z*-Deduktion (wobei die Ziele als Sollwert-Angaben zu Ausmaß oder Verbreitung von *L* erscheinen) aus dem vorpädagogischen, qualitativen Ziel des *Zeit*gewinns als kybernetisch-pädagogischer Musterfall für die Lösung der von Robinsohn gestellten Aufgabe der Lehrplanung gelten (vgl. die modellhafte Durchführung dieses Versuchs bei Frank und Frank-Böhringer, 1971).

Gegenüber dem Allgemeinheitsanspruch dieser Aufgabenformulierung gibt Menze (1971, S. 156 f.) zu bedenken, daß die Vermittlung situations- und zielgerechter Qualifikationen an der klassischen pädagogischen Frage vorbeigeht, die wissen will, welcher Bildung es bedürfe, um den Menschen frei zur Selbstbestimmung zu machen. Die von Meyer (1972, S. 87 ff.) unter den Bezeichnungen (1) „Operationalisierung", (2) „Hierarchisierung" und (3) „Evaluation" hervorgehobenen drei Hauptkomponenten der Lehrplanung gelten für *beide* Positionen und verdienen eine kritische Würdigung.

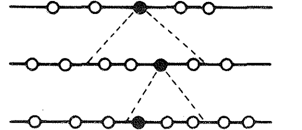
(1) Die Forderung, nur *meßbare* Ziele zuzulassen (und die noch nicht meßbaren meßbar zu machen), schließt gewisse nicht-meßbare Ziele aus, deren Erreichen sich in keinem äußeren Verhalten ausdrückt (die also auch kaum durch Lern*regelung* erreichbar sind!), aber unter der Voraussetzung der Ähnlichkeit der inneren Erlebensweise beim Lernenden wie beim Lehrenden von diesem durchaus

ange*steuert* werden können. Im übrigen verweist Meyer selbst darauf, daß die „Operationalisierung" (Meßbarmachung) selbst nicht „operationalisiert" (algorithmisiert) ist, so daß es zu Verfälschungen der pädagogischen Folgeforderungen aus vorpädagogischen allgemeinen Zielen durch meßbar machende Auslegungen kommt.

(2) Die geforderte Ermittlung der *Ordnung* der anzustrebenden Teilziele durch Einordnung aller meßbar gemachten Lehrziele in die Hierarchie einer sogenannten „Taxonomie" kann nur unvollständig gelingen. Damit braucht der Anspruch einer Taxonomie, nicht vertauschbare oder überspringbare Elemente in eine Folge zu ordnen, nicht bestritten zu werden. Eine vergleichsweise einfache solche Taxonomie hat im Rahmen der kybernetischen Pädagogik Lehnert (1972) aufgestellt. Seine Kompetenzgrade für kognitive Lehrstoffe sind:
a) *Orientiert*-sein (d.h. sinnvolle Fragen zum Lehrstoff stellen können) ist Voraussetzung für das
b) *Befähigt*-sein (d.h. das Gelernte anwenden können), was wiederum Voraussetzung ist für das
c) *Qualifiziert*-sein (d.h. das Gelernte reflektieren – umstrukturieren, lehren, weiterentwickeln – können).

Die Anwendung dieser – oder auch komplexerer – Taxonomien auf sachlogisch zusammenhängende Lehrstoffe führt in der Regel nur auf *Halb*ordnungen, innerhalb welcher eine *Ordnung* erst bei der Unterrichts*vorbereitung* oder gar erst bei der Unterrichts*durchführung* auszuwählen ist. Im übrigen hat sich bei entsprechenden Arbeiten von Vertretern der kybernetischen Pädagogik (Lánský, 1970; Weltner, 1970; Pietsch, 1971) die Berücksichtigung basiswissenschaftlicher (sachlogischer) Gesichtspunkte für die Aufstellung derartiger Halbordnungen als fruchtbarer erwiesen als eine vorrangige Abstützung auf Zieltaxonomien.

(3) Die geforderte *Bewertung* und evtl. *Verbesserung* des erarbeiteten Lehrplans durch Überprüfung (a) der Konsistenz, d.h. inneren Widerspruchsfreiheit, (b) der Legitimität, d.h. Verträglichkeit mit den vorpädagogischen Zielen, und (c) der Bewährung beim Versuch seiner Anwendung in der Bildungswirklichkeit bleibt in der Praxis mindestens hinsichtlich (b) und (c) wegen des Fehlens klarer und hinreichender Wertungsmaßstäbe meist unbefriedigend. –



vorpädagogische Ziele
LEHRPLANUNG
Lehrziele Z und Lehrstoffe L
DIDAKTIK
Unterrichts-Verlaufspläne (B, S, M)

Bild 3: Gesetz und Freiheit bei Lehrplanung und Didaktik

Bild 3 versinnbildlicht die auf der Stufe der *Lehrplanung* wie der *Unterrichtsvorbereitung durch die Didaktik* bestehende Problematik der Rechtfertigung. Auf beiden Stufen kann eine wissenschaftlich einwandfreie Arbeit nur entweder in der Ableitung der *Gesamtmenge* der Lösungen der vorgeschriebenen Aufgabe bestehen oder im Nachweis, daß eine *schon vorgeschlagene* Lösung zu dieser Lösungsmenge gehört (Rechtfertigung). Die Auswahl *einer* Lösung innerhalb einer Lösungsmenge mit einer größeren Mächtigkeit als 1 ist jedoch zwar praktisch notwendig, die dabei getroffene Entscheidung aber theoretisch nicht zu rechtfertigen: sie erfolgt *frei*. Die Nutzung der beiden in Bild 3 angedeuteten Freiheitsspielräume mag auf der didaktischen Stufe eine politisch unbedenkliche Stilfrage sein – auf der Stufe der Lehrplanung wird sie angesichts der unterschiedlichen Ausdeutbarkeit der vagen vorpädagogischen *Ziele* zu einer Möglichkeit, in gesellschaftsverändernder Absicht das Bildungswesen ideologisch zu beeinflussen. Diese Möglichkeit wird z.B. von Meyer (1972, S. 238) fast unverblümt zu nutzen gefordert, indem er darauf hinweist, es könnten „für progressiv erachtete Curriculumkonzeptionen – im Sinne einer *Partisanenstrategie* – durch gemäßigte

bildungspolitische Prämissen in ihrem Charakter verschleiert werden, falls dies notwendig erscheint." Mehr noch: er fordert (S. 154) bei der Feststellung der vorpädagogischen Ziele jener, die mit dem Bestehenden einverstanden sind, nicht nur, daß die Curriculumideologen „die Präzisierung ihrer (nämlich der Einverstandenen; d. Verf.) vagen Zielvorstellungen selbst einleiten", sondern sogar, daß sie diesen mit den Ist-Werten Zufriedenen „in emanzipativer Absicht ihre Interessen vermitteln helfen", sie also *bevormunden*!

Die Ideologisierung der Lehrplanung ist jedoch nicht nur gefährlich – sie ist unausweichlich. In der Lehrplanung wird Ideologie umgesetzt, und zwar manchmal nicht nur normative, sondern sogar metaphysische, z.B. dort, wo die Existenz erblich bedingter Begabungsunterschiede mit der behaviouristischen Behauptung bestritten wird, von Geburt an seien alle Menschen gleich und alle entstehenden Unterschiede seien umweltbedingt. Meyer (1972) sieht daher im Problem der Lehrplan*rechtfertigung* zurecht die Kernfrage der Lehrplanung. Bild 4 ordnet die verschiedenen, bei Meyer mehr oder weniger ausdrücklich genannten Rechtfertigungsverfahren in eine Systematik ein. Ein Rechtfertigungsverfahren kann eine *LZ*-Ableitbarkeit aus vorpädagogischen Normen unterstellen oder nicht unterstellen, und bei den Lehrplanungsverfahren nur intersubjektiv verbindliche oder auch „soziokratische" Entscheidungsweisen zulassen. Verzichtet man auf eine *LZ*-Ableitbarkeit zugunsten einer im Prinzip ebenfalls intersubjektiv verbindlichen Interpretation der geschichtlich gewordenen – oder einer ebensolchen Vorhersage der künftigen – herrschenden Normen, dann versucht man eine historisch-futurologische Rechtfertigung im Gegensatz zur (auch von einzelnen Vertretern der kybernetischen Pädagogik gewünschten) *normativ-logischen* Rechtfertigung durch intersubjektiv verbindliche Ableitungsverfahren aus allgemeinverbindlichen Urnormen. Das Gegenstück hierzu (das grundsätzlich ebenso zu *festen* Entscheidungen führt) ist die (soziokratische) verfahrensmäßige Rechtfertigung, die durch Verweis auf eine ordnungsgemäß verlaufene Entscheidung durch das zuständige Gremium oder Individuum erfolgt. Soziokratisch muß schließlich auch die in der „Kritischen Theorie" der Frankfurter Schule wurzelnde „diskursive" Rechtfertigung vorgehen, welche, wie die historisch-futurologische Rechtfertigungsweise, die Entscheidung *veränderlich* läßt; sie will den Weg zu einer (als möglich unterstellten) Begründung oder Berichtigung der vorläufigen Wertentscheidung offenhalten, wobei die Wertentscheidungen quasi als praktisch notwendige Kompromisse schon vorab intersubjektiv wegen der Unterstellung anerkannt werden, „daß sie jederzeit in einem praktischen Diskurs gerechtfertigt werden könnten" (Habermas nach Meyer, 1972, S. 140).

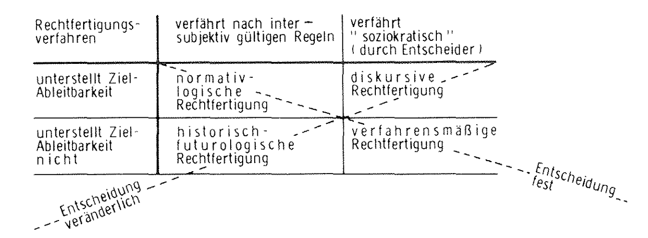


Bild 4: Systematik der Zielrechtfertigung, insbesondere bei der Lehrplanung

Keines der vier Rechtfertigungsverfahren schützt vor unerwünschter ideologischer Einflußnahme. Es gilt also, die möglichen ideologischen Ausgangspositionen bei der Lehrplanung deutlich zu machen. Dies soll im Schlußabschnitt unter Bevorzugung der liberalen Position geschehen. Vorab sei jedoch als Minimum an Konservatismus bemerkt, daß

(1) *sprunghafte* oder doch sehr rasche Änderungen von gesellschaftlichen Systemgrößen, von denen die erste oder eine höhere Ableitung irgendwelchen (gesellschaftlichen) Kräften proportional ist, systemgefährdend wirken, also zu vermeiden sind, daß

(2) das Bestehende meist Ergebnis eines gesellschaftlichen Lernprozesses und daher bei Abwesenheit entgegenstehender Argumente jeder Alternative vorzuziehen ist, und daß
(3) nur eine krankhafte Gesellschaft ein Erziehungsziel zulassen kann, welches diese Gesellschaft in ihrer Grundstruktur zu verändern sucht. –

4. *Bildungstechnologie und Lehrplanung in einer liberalen Pädagogik*

F. von Cube (1973) weist darauf hin, daß der Wunsch nach erhöhter Wirksamkeit pädagogischer Prozesse, die nur durch deren Objektivierung sicher reproduzierbar ist, wegen der dazu nötigen genauen Festlegung von *LZ* und *BSM* die Freiheit von Lehrer *und* Schüler verringert – verglichen mit der bisherigen Lage, welche angesichts vager Zielvorgaben dem Lehrer die Freiheit gab, weitgehend eigenen Neigungen und jenen des Schülers zu folgen. Wir nennen einen den Neigungen des Schülers folgenden, freien (anbietenden) – aber naturgemäß weniger wirksamen – Unterricht „lernzielorientiert", im Gegensatz zum (wenigstens grundsätzlich:) optimalisierbaren, *lehrziel*orientierten Unterricht mit strategischem Lehren. Wir schließen uns der liberalen Forderung F. von Cubes an, *beide* Lehrweisen im Schulunterricht anzuwenden, sie aber zur Ermöglichung einer genauen Lehrzielfestlegung streng zu *trennen*. Ein *nur* lehrzielorientierter Unterricht würde die Freiheit restlos der Effektivität opfern; sie entspräche der Pädagogik der Wohlfahrtsideologien. Die *ungetrennte* Beibehaltung der beiden Lehrweisen kann im Wertedreieck (Bild 5; vgl. Frank, 1972b) den konservativen Persönlichkeitsideologien zugeordnet werden, während für die von der Neuen Linken im Sinne der egalitären Forderung nach Abbau der Lehrervorrechte oft verlangte radikale *Beschränkung* auf den *lernziel*orientierten Unterricht die Position der kollektivistischen Fortschrittsideologien verbleibt.

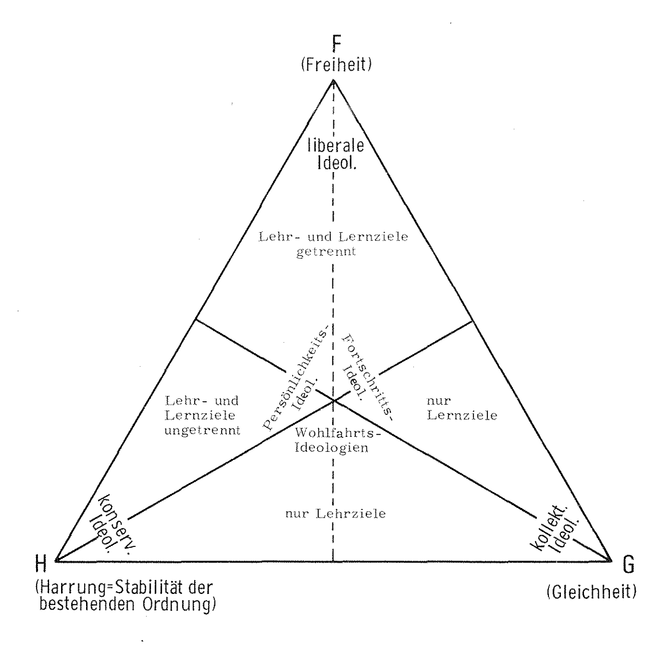


Bild 5: Zuordnungen der Lehr- und Lernzielbewertungen zu Grundpositionen im Wertedreieck

Aus der Entscheidung für eine liberale Pädagogik und aus den die jeweils geforderte Verbreitung betreffenden definitorischen Kennzeichen der drei Lehrstoffarten (Grund-, Spezial- und Luxuslehrstoffe) folgt die ihnen je zuzuordnende Lehrweise, die dort mindestens überwiegend anzuwenden ist (Bild 6). Daraus und aus dem Tatbestand der Akzeleration kann schließlich die Forderung nach einer (wegen der ersten konservativen Minimalforderung zunächst nur in Versuchsfällen vorzunehmenden) *liberalen Schulreform* abgeleitet werden, etwa gemäß der neuerdings von Sebastian Haffner (1973) zur Diskussion gestellten Konzeption. Nach dieser sollte die etwa achtjährige Grundschule anfangs nur die Grundlehrstoffe *Lesen, Maschinenschreiben, Rechnen, Gesundheitskunde, Rechtskunde* und *Berufskunde* vermitteln — und (wie wir ergänzen möchten) zur Förderung der freien Schülerinitiative zusätzlich *Luxus*lehrstoffe *anbieten*. Am Schluß, z.B. während der letzten vier Jahre, kann man wegen der Möglichkeiten der Lehrobjektivierung aus einer größeren Zahl von Fremdsprachen *eine* als *Spezial*lehrstoff *auswählen* lassen. — An diese Grundschule schließt entweder die Berufsschule oder sofort die Hochschule mit *einem* als Speziallehrstoff gewählten *Studien*fach an. Dadurch hat auch der Akademiker, wenn er nicht sofort mit einem Zweit- oder Promotionsstudium auf der Universität weiterstudieren will, die Chance, mit Erreichung der Volljährigkeit in die Berufspraxis zu gehen, die er später immer wieder durch ein weiterbildendes Universitätssemester unterbrechen kann.

Lehrstoffart	Kennzeichen	Beispiel	Allgemeine Zielsetzung durch	Freiheit des Lerners	vorherrschende Lehrweise
Grundlehrstoff	unerläßlich für Eingliederung in Gesellschaft	Lesen	Gesellschaft	—	strategisch (Lehrziel-orientiert)
Speziallehrstoff	arbeitsteilig für gesellschaftliche Ziele zu verwerten	Englisch	Berufszweig oder Gesellschaft	unwiderrufliche Lehrstoffauswahl	strategisch (Lehrziel-orientiert)
Luxuslehrstoff	persönlichen Neigungen des Individuums genügend	Singen	Lerner	widerrufliche Lehrstoffwahl	anbietend (Lernziel-orientiert)

Bild 6: Zur Verteilung der Lehrweisen auf die Lehrstoffarten

Ein solches liberales Modell könnte nicht nur die heutige unnatürliche Lage der Studenten samt den zweifellos *auch* darin wurzelnden Universitätsunruhen überwinden (worauf Haffner hinweist), sondern auch die (nach Bild 3:) unvermeidliche lehrplanerische Willkür auf ein Mindestmaß beschränken. —

Schrifttum

Achtenhagen, F. und Meyer, H.L. (Hsg.) Curriculumrevision, Kösel-Verlag, München, 1971

Arlt, W., Hertkorn, O. und Simons, D. (Red.): Formaldidaktiken. 1. Paderborner Werkstattgespräch. Schroedel, Hannover, 1972

Descartes, R., Discours de la méthode pour bien conduire sa raison et chercher la verité dans les sciences. Leiden: Ian Maire, 1637

Flechsig, Karl-Heinz, Bildungstechnologie und Curriculumentwicklung, pl 3, 1972, S. 129 — 137

Frank, Helmar: Vom Prüfen zum Testen. Vortrag beim 2. Paderborner Werkstattgespräch. (Abgedruckt in Hertkorn, 1973, und Meder/Schmid, 1973, Bd. 1) 1972a

Frank, Helmar: Meßverfahren des ideologischen Standorts im Wertedreieck, GrKG 13/3, 1972b, S. 99 – 114. (Nachgedruckt in Meder/Schmid, 1973, Bd. 1)

Frank, Helmar und Frank-Böhringer, B.: Zur Deduktion quantitativer Bildungsziele aus qualitativen Bildungswertungen. GrKG 12/4, 1971, S. 101 – 112. (Nachgedruckt in Meder/Schmid, 1973, Bd. 3)

Frank, H. und Meder, B.S.: Einführung in die kybernetische Pädagogik. WR 4108 Deutscher Taschenbuch-Verlag München, 1971

Haffner, Sebastian: Ketzereien zur Bildungsreform. Stern 1973, Nr. 30, S. 123 – 125

Heinemann, Gustav W.: Verpflichtung zur Pflege der deutschen Sprache. (Ansprache des Bundespräsidenten in Marbach). aula 3/1973, S. 238 – 239

Hertkorn, O. (Red.): Prüfungsobjektivierung. 2. Paderborner Werkstattgespräch. Schöningh und Schroedel, Paderborn und Hannover, 1973

Johnson, Jr., Mauritz: Definitions and Models in Curriculum Theory. Deutsche Übersetzung in Achtenhagen und Meyer, 1971, S. 30 – 46

Lánský, Miloš: Verbal – Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm. In: B. Rollett und K. Weltner (Hsg.). Perspektiven des Programmierten Unterrichts, Wien: Österreichischer Bundesverlag, 1970, S. 66 – 70

Lehnert, Uwe: Definition von Lehrstoff- und Lehrzielklassen des kognitiven Bereichs unter dem Aspekt der Lehrobjektivierung durch Rechner-Lehrsysteme. In: ZeF, 4/1972, S. 219 – 239. (Nachgedruckt in Meder/Schmid, 1973, Bd. 4)

Meder, B.S. und Schmid, W. (Hsg.): Kybernetische Pädagogik. Schriften 1958 – 1972. Kohlhammer, Stuttgart, 1972

Menze, Clemens: Überlegungen der Anwendungsmöglichkeit der Entscheidungslogik auf die Curriculum-Konstruktion. In: Achtenhagen und Meyer, 1971, S. 133 – 158

Meyer, Hilbert L.: Einführung in die Curriculum-Methodologie, Kösel-Verlag, München, 1972

Pietsch, Eleonore: Strukturanalyse eines Lehrstoffgebiets. In: B. Rollett und K. Weltner (Hsg.) Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, München, Ehrenwirth, 1971, S. 87 – 92. (Nachgedruckt in Meder/Schmid, 1972, Bd. 4)

Robinsohn, Saul B.: Bildungsreform als Revision des Curriculum. Neuwied, 1967

Robinsohn, Saul B: Ein Struktur-Konzept für Curriculum-Entwicklung. In: Achtenhagen und Meyer, 1971, S. 57 – 74

Šatánek, Aleš: Programmierte Unterweisung im Gesundheitswesen. In: H. Frank (Hsg.): Lehrmaschinen in kybernetischer und pädagogischer Sicht, Bd. 4. Stuttgart-München: Klett-Oldenbourg, 1966, S. 243 – 251

Stachowiak, Herbert: Denken und Erkennen im kybernetischen Modell. Wien-New York: Springer, 1965

von Cube, Felix: Didaktische Automation zwischen Politik und Pädagogik. Vortrag auf dem 11. Symposion der GPI am 24. 3. 1973 in Paderborn. (Im Druck)

Weltner, Klaus: Informationstheorie und Erziehungswissenschaft. Schnelle, Quickborn, 1970

Eingegangen am 4. Juli 1973

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Helmar Frank, 479 Paderborn, Brockhöfe 2

Modelle für komplexere Formaldidaktiken

von Dirk SIMONS, Paderborn
aus dem Institut für Kybernetische Pädagogik im FEoLL, Paderborn

1. *Problemstellung*

Im folgenden soll das vereinfachte Franksche Psychostrukturmodell, das etwa der Formaldidaktik ALZUDI zugrundeliegt (Frank und Frank-Böhringer, 1971), erweitert werden. Ziel dieser Erweiterung ist es, zu einer besseren, flexibleren Formaldidaktikkonzeption zu gelangen.

Im besagten vereinfachten Lernmodell, das Frank aus seinem Organogramm für den Informationsumsatz im Menschen (Frank, 1966) herleitet, kann der Lernende bezüglich eines zu lernenden Lehrstoffelementes zwei Zustände einnehmen: Gelernt und Ungelernt. Über die Zustandsänderungen werden folgende Annahmen gemacht:

1. Das Lehren von schon Gelerntem bewirkt keine Zustandsänderung. (Das „Überlernen" bleibt unberücksichtigt.)
2. Wird etwas noch nicht Gelerntes gelehrt, dann wird es mit der Wahrscheinlichkeit α gelernt, während diese Belehrung mit der Wahrscheinlichkeit $1-\alpha$ wirkungslos bleibt (also auch die Lernwahrscheinlichkeit beim nächsten Versuch nicht ändert).
3. Während ein Lehrstoffelement gelehrt wird, wird irgendein schon gelerntes spezifisches Lehrstoffelement nicht vergessen.
4. Während ein Lehrstoffelement gelehrt wird, kann ein noch nicht gelerntes spezifisches Lehrstoffelement nicht gelernt werden. (Es gibt also keine Transferwirkungen.)

Obiges Modell hat im wesentlichen die Struktur eines probabilistischen Automaten (Bild 1). Nimmt dieser im Zeitpunkt 0 den Zustand Gelernt mit der Wahrscheinlichkeit p_0 ein (p_0 ist also die Wahrscheinlichkeit, daß ein spezifisches Lehrstoffelement vor der Belehrung bereits gelernt ist, bzw. in anderer Deutung, der Anteil eines Adressatenkreises, der das Lehrstoffelement bereits kennt), so ist nach einmaligem Angebot des Lehrstoffelementes die Wahrscheinlichkeit, daß es gelernt ist

(1 a) $$p(1) = p(0) + (1-p(0))\,\alpha,$$
$$p(0) = p_0$$

Allgemeiner ist

(1b) $$p(t+1) = p(t) + (1-p(t))\,\alpha$$

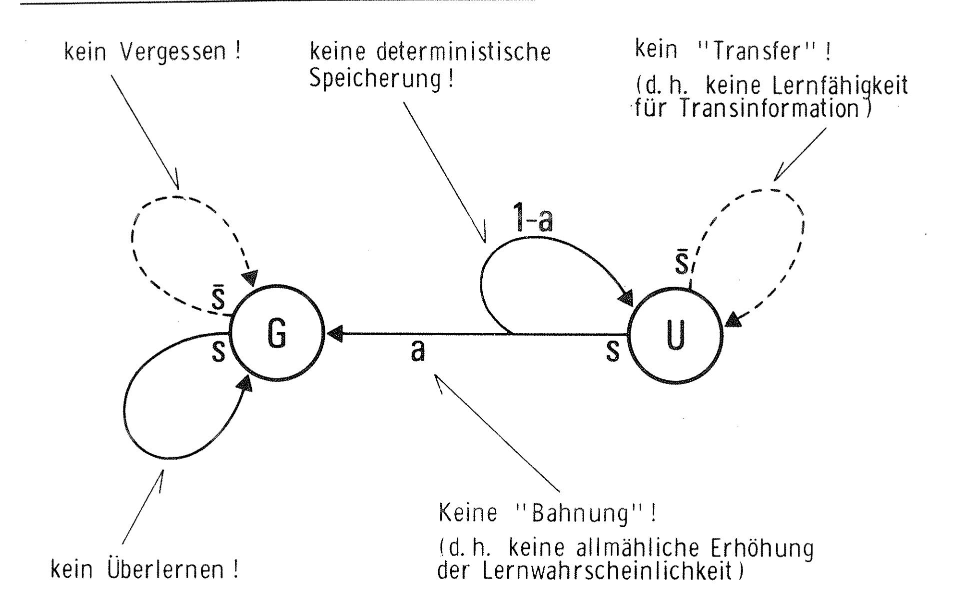


Bild 1

Aus diesen Beziehungen folgt

(1c) $p(t) = 1 - (1-p(0))\,(1-\alpha)^t$

Obiges Modell stellt eine starke Vereinfachung dar. Insbesondere die Annahmen 2 und 4. Diese bewirken ein Hauptübel vieler formaldidaktisch erzeugter Programme, nämlich deren „Überlänge", gemessen am erforderlichen Lehraufwand für reale Adressaten.

2. *Verallgemeinerung des Modellansatzes*

Aufgrund dieser Vorstellungen werden nun folgende Annahmen gemacht:
n Lehrstoffeinheiten sollen gelernt werden. Die Wahrscheinlichkeit, daß zum Zeitpunkt t die Lehrstoffeinheit j gelernt ist, werde mit $p_j(t)$ bezeichnet. Wird nun zu irgendeinem Zeitpunkt t irgendeine Lehrstoffeinheit angeboten, so existiere nicht nur eine von Null verschiedene Wahrscheinlichkeit, mit der die Lehrstoffeinheit durch direktes Angebot gelernt werde, sondern es bestehe für jede Lehrstoffeinheit i zusätzlich eine Wahrscheinlichkeit, mit der sie gelernt werde aufgrund von Transfer von schon bekannten Lehrstoffeinheiten. Der mathematisch einfachste Ansatz hierfür ist $\sum_{j \neq i} a_{ij} p_j(t)$, sie ist proportional zu der Wahrscheinlichkeit, mit der irgendeine Lehrstoffeinheit j bekannt ist und

proportional zum „Transferkoeffizienten" a_{ij}. Dieser Koeffizient ist also die Wahrscheinlichkeit, mit der die Lehrstoffeinheit i dadurch gelernt wird, daß die Lehrstoffeinheit j gelernt wurde. (Es ist zu betonen, daß es sich hier und im folgenden um rein formale Ansätze handelt. Inwieweit sich die hier auftretenden Koeffizienten aus informationstheoretischen Größen herleiten lassen oder inwieweit zusätzliche Voraussetzungen gemacht werden müssen, damit die beschriebene Didaktik gültig ist, sei einer weiteren Arbeit vorbehalten.) Wir setzen dabei voraus, daß das Lernen von i nicht schon im selben Zeittakt einen Transfer auf andere Elemente wirksam werden läßt, d.h., daß keine zeitlich ungegliederte „Kettenreaktion" entsteht, also kein schlagartiges „Aha-Erlebnis".

Aufgrund dieser Überlegungen erhält man für die Wahrscheinlichkeit, daß zum Zeitpunkt $t+1$ die i-te Lehrstoffeinheit gelernt ist

(2) $$p_i(t+1) = (1-p_i(t))\,\alpha\, u_i(t) + (1-p_i(t)) \sum_{\substack{j \\ j\neq i}} a_{ij}p_j(t) + p_i(t)$$

$u_i(t)$ ist 1 oder 0, je nachdem, ob die Lehrstoffeinheit i zum Zeitpunkt t angeboten wird oder nicht. Die Rekursionsbeziehung (1b) ist als Spezialfall in (2) enthalten ($a_{ij} = 0,\ i,j = 1, \ldots, n$).

Das Vergessen kann in obiger Gleichung noch berücksichtigt werden, indem man eine Größe a_i anführt, die angibt, wie wahrscheinlich es ist, daß während einer Zeiteinheit (Präsentationsdauer) die Lehrstoffeinheit i vergessen wird. Man erhält dann

(3) $$p_i(t+1) = (1-p_i(t))\,\alpha\, u_i(t) + (1-p_i(t)) \sum_{\substack{j \\ j\neq i}} a_{ij}p_j(t) + p_i(t)\,(1-a_i)$$

Auch ein Bahnungseffekt, d.h. die langsame Erhöhung einer Lernwahrscheinlichkeit für eine spezifische Lehrstoffeinheit, läßt sich in obiger Gleichung berücksichtigen, indem man „Bahnung" formal als Transfer einer Lehrstoffeinheit zu sich selbst interpretiert. Die Bahnungskoeffizienten sind formal die Koeffizienten a_{ii}. Hiermit erhält man

(4) $$p_i(t+1) = (1-p_i(t))\,\alpha\, u_i(t) + (1-p_i(t)) \sum_{j} a_{ij}p_j(t) + p_i(t)\,(1-a_i)$$

Über die Größe des Bahnungskoeffizienten a_{ii} kann man sinnvollerweise sagen, daß er kleiner als α sein sollte, d.h., die Wahrscheinlichkeit eines Lernens durch Bahnung sollte kleiner sein als die Wahrscheinlichkeit, durch direktes Angebot des betreffenden Lehrstoffelementes dieses zu lernen.

Bei diesem Modell ist zu sagen, daß der „Bahnungseffekt" bezüglich der i-ten Lehrstoffeinheit nicht nur wirkt bei Angebot dieser Lehrstoffeinheit, sondern während jeder Präsentationsdauer irgendeines Lehrschritts. Will man dies vermeiden, so hat man die

Gleichungen

(5) $$p_i(t+1) = (1-p_i(t))\, u_i(t)\, (\alpha + a_{ii} p_i(t)) + (1-p_i(t)) \sum_{\substack{j \\ j \neq i}} a_{ij} p_j(t) + p_i(t)\, (1-a_i)$$

Im folgenden wird der andere Standpunkt eingenommen, weil er für gewisse mathematische Überlegungen leichter genutzt werden kann.

Ein komplexeres Lernmodell, das auf das ganze Organogramm für den Informationsumsatz im Menschen (Frank, 1966) eingeht, erhält man, wenn man annimmt, daß bevor Lernwirkungen durch Transfer zustande kommen können, die bereits bekannten Lehrstoffe erst aus dem vorbewußten Gedächtnis in das Kurzgedächtnis abgerufen werden müssen, um dem Adressaten bewußt zu werden. Das heißt, die angebotene Lehrstoffeinheit i wirkt als Schlüsselbegriff, der eine andere Lehrstoffeinheit j mit der Wahrscheinlichkeit b_{ij} assoziiert, sofern diese bereits bekannt ist (ein Maß für die b_{ij} kann man sich etwa über die Anzahl der nichttrivialen Basalttextworte gegeben denken, die die Lehrstoffeinheiten i und j gemeinsam haben). Jetzt erst kann durch Transfer gelernt werden. Wird die Lehrstoffeinheit l angeboten, so hat man also

(6a) $$p_l(t+1) = (1-p_l(t))\, (\alpha + \sum_{\substack{j \\ j \neq l}} a_{lj} b_{lj} p_j^2(t)) + p_l(t)\, (1-a_l)$$

Die von l verschiedenen Lehrstoffeinheiten j, die jetzt mit den Wahrscheinlichkeiten b_{lj} im Kurzspeicher gespeichert sind, wirken nun durch Transfer lernverstärkend bezüglich der anderen Lehrstoffelemente i gemäß

(6b) $$p_i(t+1) = (1-p_i(t)) \sum_{\substack{j \\ j \neq i}} a_{ij} b_{lj} p_j^2(t) + p_i(t)\, (1-a_i)$$

Es ist naheliegend, wie in diesem Modell Assoziationsketten von größerer Länge behandelt werden.

Für viele theoretischen Überlegungen ist es bequemer, ein kontinuierliches Modell für obigen Lehr-Lernvorgang zu haben. Man erhält ein solches durch die naheliegende Annahme, daß bei genügend kleinem Δt die obigen Wahrscheinlichkeiten proportional zu dieser Zeitspanne Δt sind, während der eine Lehrstoffeinheit präsentiert wird.

(7) $$p_i(t+\Delta t) = (1-p_i(t))\, u_i(t)\, \alpha\, \Delta t + \sum_j p_j(t)\, a_{ij} \Delta t (1-p_i(t)) + p_i(t)\, (1-a_i \Delta t)$$

Für $\Delta t \to 0$ erhält man

(8) $$\dot{p}_i = (1-p_i(t))\, u_i(t)\, \alpha + \sum_j a_{ij} p_j(t)\, (1-p_i(t)) - a_i p_i(t)$$

Die Gleichungen (7), (8) können allgemein als ein Steuerungssystem für einen Lehr-Lernprozeß angesehen werden. Faßt man die Wahrscheinlichkeiten $p_1(t)$, $p_2(t)$, ..., $p_n(t)$ zu einem Vektor $\mathfrak{p}$ (t) zusammen und ebenfalls die Größen $u_1(t)$, $u_2(t)$, ..., $u_n(t)$ zu einem Vektor $\mathfrak{u}$ (t), dem Steuerungsvektor, so kann man sagen: Aufgabe des Lehrsystems ist es, durch Wahl eines Steuerungsvektors einen Anfangspunkt $\mathfrak{p}$ (0) längs Lösungskurven von (7) bzw. (8) in eine gewisse Punktmenge, das Lehrziel, hineinzusteuern.

Es kann sein, daß verschiedene Lehrstrategien $\mathfrak{u}$ (t) das Lehrziel erreichen lassen. Hat man noch irgendein Funktional auf der Menge aller Lösungskurven von (7) bzw. (8) (unter einem Funktional wird hier eine Abbildung verstanden, die jeder erwähnten Lösungskurve eine reelle Zahl zuordnet), so kann es sinnvoll sein, nach der Steuerung zu fragen, für die das Funktional extremal wird. Eine solche Steuerung, sofern diese existiert, wird man eine „optimale Lehrstrategie" nennen.

Dieses Konzept werde für den kontinuierlichen Fall exakt formuliert. Ein „Formaldidaktiksystem" ist ein Sextupel gegeben durch

1. das Differentialgleichungssystem
2. einen Steuerbereich, hier der Menge der Einheitsvektoren des R^n
3. eine Klasse von zulässigen Steuerfunktionen
4. einen Anfangswert
5. ein Lehrziel, hier einer Menge von Punkten des Einheitswürfels
6. ein Funktional, das zu optimieren ist auf der Menge aller Lösungskurven

3. *Ansätze zu einer Verzweigungstheorie*

Obige Lehrstrategie $\mathfrak{u}$ (t) bezeichnet eine lineare Lehrstrategie, d.h., im Lehr-Lernprozeß erfolgt keine Rückkopplung vom Lernsystem zum Lehrsystem.

Da die Gleichungen nur Wahrscheinlichkeitsaussagen über den Lernfortschritt eines Adressaten machen, müßte das Lehrsystem durch Tests (möglichst nach jeder Lehrstoffdarbietung) den Zustand des Adressaten zu ermitteln suchen und aufgrund dieser zusätzlichen Information eine optimale Lehrstrategie zu ermitteln suchen. $\mathfrak{u}$ wird also eine Funktion von $\mathfrak{p}$.

4. *Spezialisierungen*

Die mathematische Diskussion obigen nichtlinearen Steuerungssystems ist äußerst kompliziert. Deshalb soll an einfachsten Beispielen Einsicht in das Verhalten der Lösungen von (7) bzw. (8) gewonnen werden.

4.1 *Fehlen von Transfer, Bahnung und Vergessen*

$$a_{ik} = 0, \qquad i,k = 1, ..., n. \qquad a_i = 0$$

$$\dot{p}_i = \alpha(1-p_i)\, u_i(t) \qquad i = 1, ..., n$$

(Elementares ALZUDI-Modell)

4.2 *Fehlen von Lehr- und Soziostruktureinwirkungen*

$$u_i(t) \equiv 0, \qquad i = 1, 2, \ldots, n$$

Es wird ein Lernvorgang beschrieben, der ohne äußere Informationszufuhr vonstatten geht.

4.3 *Auswirkungen des Transfereffektes bei zwei Lehrstoffelementen*

Zwei Lehrstoffelemente seien mit den Wahrscheinlichkeiten p_{01}, p_{02} dem Adressatenkreis bekannt. Nun werde das erste Lehrstoffelement angeboten. Bis auf $a_{21} \neq 0$ seien die Transferkoeffizienten Null. Es werde kein Vergessen angenommen. Zu betrachten ist das System

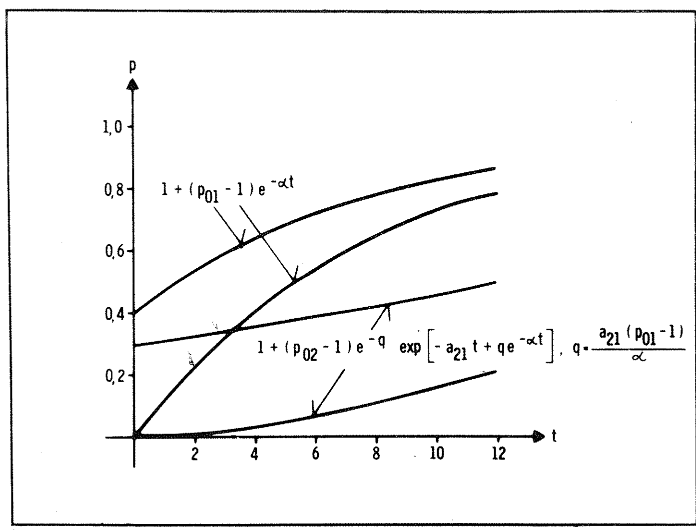
$$\dot{p}_1 = -\alpha p_1 + \alpha$$
$$\dot{p}_2 = a_{21}(1-p_2)p_1$$

Lösung ist

(9a) $$p_1(t) = 1 + (p_{01}-1)\, e^{-\alpha t}$$

(9b) $$p_2(t) = 1 + (p_{02}-1) \exp\left[-a_{21}\frac{(p_{01}-1)}{\alpha}\right] \exp\left[-a_{21}t + \frac{a_{21}(p_{01}-1)}{\alpha}\, e^{-\alpha t}\right]$$

Einige Kurven sind abgebildet. Man erkennt, daß die Transferkurve in sehr guter Näherung linear verläuft (bei $p_{01} \neq 0$).

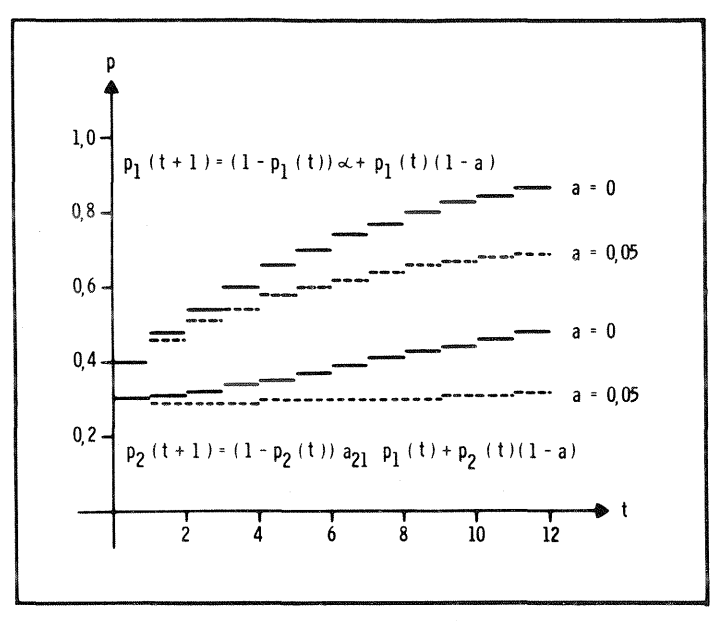


Transferbeziehung zwischen zwei Lehrstoffelementen
(kontinuierliches Modell, $\alpha = 0{,}13$ $a_{21} = 0{,}04$ $a = b = 0$)

Für die lineare Näherung erhält man aus obiger Gleichung

(9c) $p_2(t) = p_{02} + p_{01}(1-p_{02})\,a_{21}\,t$

Ein Vergleich mit den entsprechenden Kurven im diskreten Modell zeigt, daß sich kaum Unterschiede ergeben, so daß die Zeitpunkte 0, 1, 2 ..., den Zeitpunkten gleichgesetzt werden können, in denen neue Lehrstoffelemente im diskreten Modell angeboten werden.



Transferbeziehung zwischen zwei Lehrstoff-elementen (Diskretes Modell, $\alpha = 0,13$ $a_{21} = 0,04$)

Man erkennt, daß der Transfereffekt proportional zu $(1-p_{02})$ ist, d.h., das elementare Alzudimodell verschenkt relativ umso mehr Lehrschritte, je kleiner der Anfangszustand p_{02} ist.

4.4 *Bahnungseffekt*

Um eine Einsicht in den Bahnungsprozeß zu bekommen, wird folgender einfacher Fall durchdacht.

Es wird eine einzige Lehrstoffeinheit angeboten mit Berücksichtigung des Bahnungseffekts. Es werde kein Vergessen angenommen. Zu diskutieren wäre also

$$p(t+1) = (1-p(t))\,\alpha + (1-p(t))\,b\,p(t) + p(t) \qquad b := a_{11}$$

bzw.

(10) $\dot{p}(t) = (1-p)\,\alpha + (1-p)\,bp$

Lösung der Gleichung (10) ist

(11) $$p(t) = \frac{b+\alpha}{2b} \mathrm{Tg}\left[\frac{b+\alpha}{2} t + C\right] + \frac{b-\alpha}{2b}$$

C ist eine Integrationskonstante, die sich berechnet zu

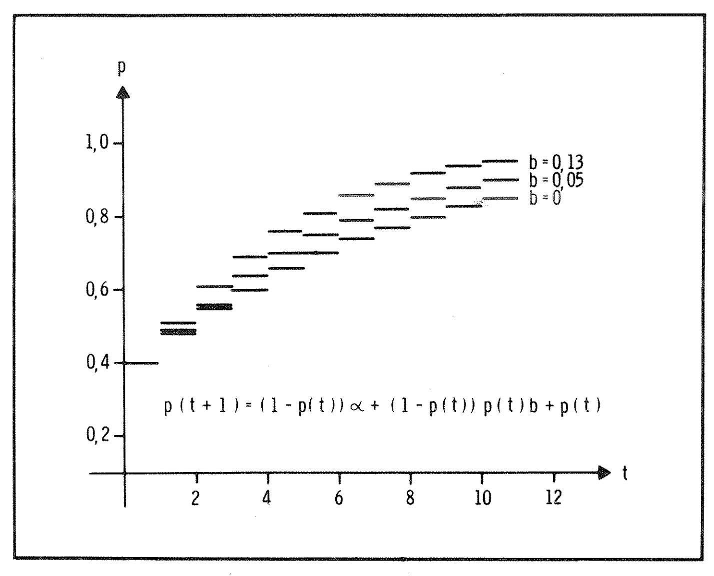
$$C = \mathrm{Ar\,Tg}(1 + \frac{2b(p_0-1)}{b+\alpha}$$

C ist sicher dann sinnvoll definiert, wenn $\alpha \geqslant b$. Letztere Kurve wäre zu vergleichen mit

$$p(t) = 1(1-p_0)\, e^{-\alpha t},$$

der Lernkurve ohne Bahnungseffekt.

Aus den Kurven für $p_0 = 0{,}4$ $b = 0$ und $p_0 = 0{,}4$, $b = 0{,}13$ erkennt man z.B., daß das elementare ALZUDI-Modell bei einem Sollwert von 0,8 drei Lehrschritte bei maximaler Bahnung verschenkt.



Bahnungseffekt ohne Vergessen
(Diskretes Modell, α = 0,13)

(Tg bezeichne den hyperbolischen Tangens)

4.5 *Vergessen*

Um einen Einblick in den Vergessenseffekt zu erhalten, werde für zwei Lehrstoffelemente $a_1 = a_2 = 0{,}05$ angenommen. Das erste Lehrstoffelement werde angeboten. Es werde ein Transfereffekt von $a_{21} = 0{,}04$ angenommen. p_{10} sei 1 und p_{20} sei 0,3.

Im diskreten Modell hat man dann

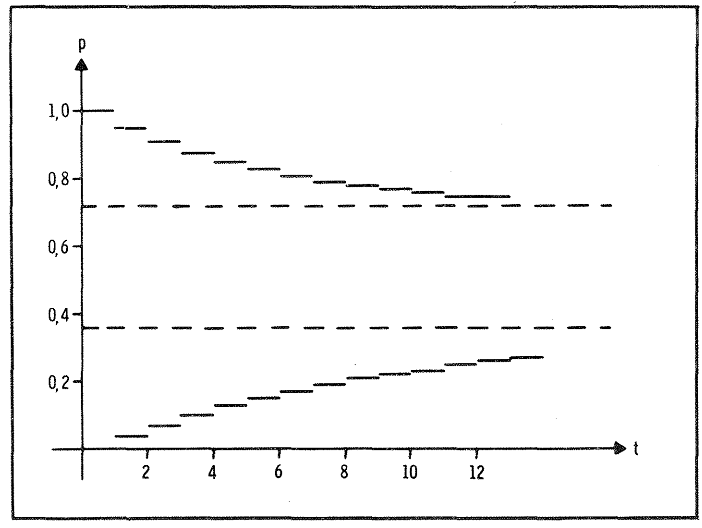
$$p_1(t+1) = (1 - p_1(t))\,\alpha + p_1(t)\,(1-a)$$
$$p_2(t+1) = (1 - p_2(t))\,a_{21}\,p_1(t) + p_2(t)\,(1-a), \quad a = 0{,}05$$

Interessant sind die stabilen Zustände $\bar{p}_1, \bar{p}_2$, die man als Lösungen des Systems

$$\bar{p}_1 = (1-\bar{p}_1)\,\alpha + \bar{p}_1(1-a), \quad \bar{p}_2 = (1-\bar{p}_2)\,a_{21}\,\bar{p}_1 + \bar{p}_2\,(1-a)$$

erhält.

Sind diese Zustände besetzt, so können sie durch lediglichen Anbieten des 1. Lehrstoffelementes nicht verlassen werden. Sie sind in Bild 5 durch die gestrichelten Geraden parallel zur t-Achse gekennzeichnet.



Transferbeziehung zwischen zwei Lehrstoffelementen (Diskretes Modell, $\alpha = 0{,}13$ $a_{21} = 0{,}04$ $a = 0{,}05$)

Schrifttumsverzeichnis

Frank, H. und Frank-Böhringer, B.: Zur Deduktion quantitativer Lehrziele aus qualitativen Bildungswertungen GrKG 12/4, 1971, S. 101–112

Frank, Helmar: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik. Agis Verlag Baden-Baden, 1969, Bd. 2, S. 142

Eingegangen am 19. Mai 1973

Anschrift des Verfassers:

Studienreferendar Dirk Simons, FEoLL, Institut für Kybernetische Pädagogik, 479 Paderborn, Rathenaustr. 69–71

Ein Beweis der Endlichkeit des Algorithmus VERBAL

von Miloš LÁNSKÝ, Paderborn
Aus dem Institut für Bildungsinformatik am Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren (Direktor: Prof. Dr. M. Lánský)

1. *Begriffsstruktur*

Es sei $n \in \mathbb{N}$ eine natürliche Zahl,

(1) $\mathfrak{B} = \{B_1, ..., B_n\}$

eine Menge von verschiedenen Begriffen $B_k (k = 1, ..., n)$ und

(1') $\mathfrak{E} = \{E_1, ..., E_n\}$ die Menge von sog. Explanationen $E_k (k = 1, ..., n)$.

Es sei

(2) $\mathfrak{A} = (a_{ij});$ $a_{ij} = 0$ oder $a_{ij} = 1$

die Strukturmatrix vom Typ $n \times n$, die folgende Eigenschaft besitzt:

(3) $a_{ij} = 0$ für $j \geqslant i$

(d.h. natürliche Reihenfolge wurde durch die Indizierung bereits hergestellt.)

Jeden Begriff B_k, für den es gilt

(4) $\sum_{j=1}^{n} a_{kj} = 0$

nennt man Startbegriff. Menge aller Startbegriffe

(5) $\mathfrak{S} = \{B_k \mid \sum_{j=1}^{n} a_{kj} = 0\}$

ist nicht leer, wie aus (3) hervorgeht:

Es gilt nämlich z.B.

(6) $B_1 \in \mathfrak{S}$

Die Begriffe von (1), die keine Startbegriffe sind, nennt man abgeleitete Begriffe; für die Menge aller abgeleiteten Begriffe gilt

(7) $\mathfrak{D} = \mathfrak{B} \setminus \mathfrak{S} = \{B_k \mid \sum_{j=1}^{n} a_{kj} \neq 0\}$

Diese Menge kann eventuell leer sein. Nach (5), (6) und (7) gilt

(8) $\mathfrak{S} \cup \mathfrak{D} = \mathfrak{B}$; $\mathfrak{S} \cap \mathfrak{D} = \emptyset$; $\mathfrak{S} \neq \emptyset$

Wir definieren weiter

(9) $\mathfrak{R}_i = \{B_k \mid a_{ik} = 1\}$ für $i = 1, \ldots, n$

Ein geordnetes Paar $(B_i \mid \mathfrak{R}_i)$ nennt man Begriffsskelett der Explanation E_i, und man schreibt

(10) $E_i \equiv (B_i \mid \mathfrak{R}_i)$ für $i = 1, \ldots, n$

Den Begriff B_i nennt man Explanandum, $\mathfrak{R}_i$ Repertoire der Explanation E_i. Die Elemente von $\mathfrak{R}_i$ nennt man Stützbegriffe von E_i. Wenn B_i ein Startbegriff ist, dann ist $\mathfrak{R}_i$ leer.

Wir definieren $\mathfrak{L}(\mathfrak{S}) = \{E_k \mid B_k \in \mathfrak{S}\}$

Wenn B_i ein abgeleiteter Begriff ist, dann ist $\mathfrak{R}_i$ nicht leer.

Wir definieren $\mathfrak{L}(\mathfrak{D}) = \{E_k \mid B_k \in \mathfrak{D}\}$

Das geordnete Paar

(11) $[\mathfrak{B}; \mathfrak{A}]$

nennt man Begriffsstruktur.

2. *Lernparameter*

Zur Begriffsstruktur (11) wurde eine allgemeine Konstante $\lambda \in \mathbb{R}$ zugeordnet, deren Wert zwischen 0 und 1 liegt (für die praktischen Zwecke hat sich der Wert $\lambda = 0{,}01$ besonders gut bewährt). Weiter wird jedem abgeleiteten Begriff $B_i \in \mathfrak{D}$ der sog. Schwierigkeitsgrad $T_i \in \mathbb{N}$ zugeordnet.

Die reelle Zahl

(12) $\beta_i = \exp\left(\frac{1}{T_i} \cdot \frac{1}{1-\lambda} \ln \lambda\right)$

nennt man Koeffizient des Lernens, die Zahl

(13) $\alpha_i = \exp(\lambda \cdot \ln \beta_i)$

Koeffizient des Verlernens der Explanation E_i (definiert nur für $E_i \in \mathfrak{L}(\mathfrak{D})$!)

3. *Lernmodell*

Das Lernmodell ist ein initialer Zustandsautomat, der in diskreten Zeittakten $t = 0, 1, 2, \ldots$ arbeitet. Die Zustände dieses Automaten sind die Einprägungsvektoren

(14) $\mathfrak{s}(t) = [s_1(t), \ldots, s_n(t)]$

deren Koordinaten $s_k(t)$ reelle Werte zwischen 0 und 100 annehmen und als Einprägungsstärken von Explanationen E_k interpretiert werden. Bei den Explanationen $E_k \in \mathfrak{L}(\mathfrak{S})$ setzt man $s_k(t) = 100$. Der Anfangszustand wird folgendermaßen bezeichnet:

(15) $\mathfrak{s}(0) = [s_1^0, s_2^0, \ldots, s_n^0]$

Als Eingabealphabet kann die Menge $\mathfrak{L}(\mathfrak{D})$ benutzt werden. Die Überführungsfunktion

(16) $\delta[s(t), E_i] = s(t+1), \; E_i \in \mathfrak{L}(\mathfrak{D})$

wird folgendermaßen definiert:

1. Für $k = i$ ist

(17) $s_k(t+1) = (1-\beta_i)\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{-1} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} s_j(t) + \beta_i s_i(t)$

2. Wenn $a_{ik} = 1$, dann

(18) $s_k(t+1) = \alpha_i s_k(t)$

3. Wenn $a_{ik} = 0, \; k \neq i$, dann

(19) $s_k(t+1) = s_k(t)$

4. *Algorithmus VERBAL*

Es wird ein Sollzustand

(20) $\mathfrak{s}^{SOLL} = [s_1^{SOLL}, \ldots, s_n^{SOLL}]$

definiert. Der Algorithmus VERBAL (vgl. Lánský, 1970a, b, c, 1971, 1972a, b, 1973) dient zur Konstruktion des Eingabewortes

(21) $E(0)\, E(1) \ldots E(t_\omega)$

nach der Vorschrift

(22) $E(t) = E_i$ wenn $i = \min\{k \mid s_k(t) < s_k^{SOLL}\}$

Wäre also $s_k^0 \geqslant s_k^{SOLL}$ für alle k, könnte der Algorithmus überhaupt nicht eingesetzt werden. Wir gehen im weiteren davon aus, daß wenigstens für ein k

(23) $s_k^0 < s_k^{SOLL}$

gilt.

5. *Beweis der Endlichkeit*

Es sei

(24) $$n_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} = |B_i| \text{ für } B_i \in \mathfrak{D}$$

Mit Hilfe von (12) und (13) kann die Zahl

(25) $$\delta_i = 100\frac{1-\alpha_i}{1-\beta_i} \quad \text{für } B_i \in \mathfrak{D}$$

konstruiert werden.

Es sei weiter

(26) $$\epsilon_i = (\sum_{j=1}^{n} a_{ij})^{-2} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} s_j^{SOLL} - (\sum_{j=1}^{n} a_{ij})^{-1} s_i^{SOLL} \text{ für } B_i \in \mathfrak{D}.$$

Lemma: Wenn $E(t) = E_i$ ist, dann gilt

(27) $$\sum_{k=1}^{n} s_k(t+1) - s_k(t) > n_i\, \epsilon_i\, (1-\beta_i) - 100\, n_i (1-\alpha_i)$$

Beweis: Es sei im Zeittakt t nach (22) die Explanation $E_i = E(t)$ im Einsatz.

1. Für $k = i$ ist nach (17)

(28) $$s_k(t+1) - s_k(t) = (1-\beta_i) \cdot [(\sum_{j=1}^{n} a_{ij})^{-1} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} s_j(t) - s_i(t)]$$

Aus (22) folgt

(29) $$s_i(t) < s_i^{SOLL}$$

und für alle j, für die $a_{ij} \neq 0$, ist

(30) $$s_j(t) \geqslant s_j^{SOLL}$$

Da weiter nach (12)

(31) $$1 - \beta_i > 0$$

ist, ergibt sich aus (28) mit Hilfe von (29), (30) und (31) die Ungleichung

(32) $$s_k(t+1) - s_k(t) > (1-\beta_i) \cdot [(\sum_{j=1}^{n} a_{ij})^{-1} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} s_j^{SOLL} - s_i^{SOLL}]$$

Mit Hilfe von (26) kann (32) in der Form

(33) $$s_k(t+1) - s_k(t) > (1-\beta_i)\, \epsilon_i\, n_i$$

geschrieben werden.

2. Wenn $a_{ik} = 1$, dann ist nach (18)

(34) $$s_k(t+1) - s_k(t) = -(1-\alpha_i)\, s_k(t)$$

Da nach (12) und (13)

$$1-\alpha_i > 0$$

ist, ist nach (34)

(35) $$s_k(t+1) - s_k(t) < 0$$

Da immer

(36) $$s_k(t) \leqslant 100$$

ist, folgt aus (34)

(37) $$|\, s_k(t+1) - s_k(t)\,| \leqslant 100(1-\alpha_i)$$

Es ist also

(38) $$\sum_{k \mid a_{ik}=1} |\, s_k(t+1) - s_k(t)\,| \leqslant 100\, n_i(1-\alpha_i)$$

Nach (35) ist

(39) $$\sum_{k \mid a_{ik}=1} s_k(t+1) - s_k(t) = -\sum_{k \mid a_{ik}=1} |\, s_k(t+1) - s_k(t)\,| \geqslant -100\, n_i(1-\alpha_i)$$

3. Wenn $a_{ik} = 0$, $k \neq i$, dann ist nach (19)

(40) $$\sum_{k \mid a_{ik}=0 \,\wedge\, k \neq i} s_k(t+1) - s_k(t) = 0$$

Offensichtlich gilt

(41) $$\sum_{k=1}^{n} = \sum_{k=i} + \sum_{k \mid a_{ik}=1} + \sum_{k \mid a_{ik}=0 \,\wedge\, k \neq i}$$

Es ist also nach (33), (39) und (40)

(42) $$\sum_{k=1}^{n} s_k(t+1) - s_k(t) > (1-\beta_i)\,\epsilon_i\, n_i - 100\, n_i(1-\alpha_i)$$

Satz: Wenn die Bedingung

(43) $$\epsilon_i > \delta_i \quad \text{für alle } B_i \in \mathfrak{B}$$

erfüllt ist, bricht der Algorithmus VERBAL nach endlich vielen Schritten ab.

Beweis: Wenn $\epsilon_i > \delta_i$ ist, dann ist nach (25), (26) und (31)

(44) $(1-\beta_i)\,\epsilon_i n_i - 100\, n_i(1-\alpha_i) = (1-\beta_i)\, n_i(\epsilon_i - \delta_i) > 0$ für alle $B_i \in \mathfrak{D}$

Es sei

(45) $\rho = \min\{(1-\beta_i)\,\epsilon_i n_i - 100\, n_i\,(1-\alpha_i) \mid B_i \in \mathfrak{D}\}$

Dann ist nach (44)

(46) $\rho > 0$

Nach (27) und (46) ist

(47) $\sum_{k=1}^{n} s_k(t+1) - s_k(t) > \rho$

Für $t = 0, 1, 2, \ldots, t_\omega - 1$ gilt nach (47)

$$\sum_{k=1}^{n} s_k(1) - s_k(0) > \rho$$

(48) $\sum_{k=1}^{n} s_k(2) - s_k(1) > \rho$

....

$$\sum_{k=1}^{n} s_k(t_\omega) - s_k(t_\omega - 1) > \rho$$

Durch Addition der Ungleichungen (48) ergibt sich

(49) $\sum_{k=1}^{n} s_k(t_\omega) - s_k(0) > \rho\, t_\omega$

Mit Hilfe von (15) und (36) bekommt man

(50) $100n - \sum_{k=1}^{n} s_k^0 > \rho\, t_\omega$

und

(51) $t_\omega < \rho^{-1}\,(100n - \sum_{k=1}^{n} s_k^0)$

Aus der Existenz der oberen Schranke in (51) folgt die Endlichkeit von VERBAL.

6. *Diskussion der hinreichenden Bedingung*

Eine gewisse numerische Vorstellung über die Konsequenzen der hinreichenden Bedingung (43) bringt die beigefügte Tabelle für $\lambda = 0{,}01$.

T_i	β_i	α_i	δ_i
1	0,00977	0,955	4,5
2	0,0999	0,977	2,5
3	0,214	0,985	1,9
4	0,315	0,989	1,6
5	0,396	0,991	1,5

Unter Berücksichtigung des vorliegenden mathematischen Beweises sollte also die Verkleinerungs- bzw. Vergrößerungskorrektur der Zieleinprägungsstärken (siehe auch Lánský, 1971) von der Formel

(52) $$\left(\sum_{j=1}^{n} a_{ij}\right)^{-1} \sum_{j=1}^{n} a_{ij} s_j^{SOLL} - s_i^{SOLL} > \delta_i n_i$$

ausgehen, z.B. nach dem Prinzip

(53) $$s\,(\text{Stützbegriff}) \geqslant s\,(\text{Explanandum}) + \delta_i n_i$$

Im Programm SEQUO-VERBAL II werden statt (52) zwei Bedingungen überwacht, die sich sowohl auf Ziel- als auch auf Anfangseinprägungsstärken beziehen und von der Form (52) mit $\delta_i = 0$ sind (siehe auch Lánský, 1970a). Daß die Einhaltung des gegenüber (53) vereinfachten Prinzips

(54) $$s\,(\text{Stützbegriff}) \geqslant s\,(\text{Explanandum})$$

bis jetzt zu keiner Divergenz des Verfahrens VERBAL führte, kann einen tieferen Grund haben, den die groben Schätzungen im vorliegenden mathematischen Beweis nicht zum Vorschein bringen.

Schrifttum

Lánský, Miloš: VERBAL-Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm. In: Rollett und Weltner (Hrsg.): Perspektiven des Programmierten Unterrichts, S. 66–70, Bundesverlag Wien, 1970a

Lánský, Miloš: Primeiras experiencias com o metodo de programaçao „VERBAL" (Erste Erfahrung mit der Programmiermethode VERBAL). In: S. Becker-Frank (Hrsg.): Instruçao Programada e Pedagogia Cibernetica, S. 149 – 155, Mensageiro da Fe Ltda, Salvador – Bahia (Brasil), 1970b

Lánský, Miloš: VERBAL – an algorithm which determines the optimal distribution of explanations in a teaching programme, RECALL – Review of Educational Cybernetics and Applied Linguistics, Vol. 1, No 4 and 5, Cambridge, 1970c

Lánský, Miloš: Weiterentwicklung der Methode VERBAL – methodische Hinweise für die Vorbereitung des Lehrstoffes. In: Rollett und Weltner (Hrsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie, S. 118–125, Ehrenwirth, München, 1971

Lánský, Miloš: The „VERBAL" model of learning. In: Trans. du Congres de cybernetique, Namur (Belgique), 1972a

Lánský, Miloš: Ein Beispiel für die Anwendung der Methode VERBAL. In: Paderborner Werkstattgespräche, Formaldidaktiken, S. 68–82, Schroedel, Hannover, 1972b

Lánský, Miloš: Eine Modifikation des Lernmodells „VERBAL" unter Berücksichtigung des Vergessens. In: Rollett und Weltner (Hrsg.): Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie (Symposion der GPI, Band 1972), Ehrenwirth München, 1973

Bemerkung: Diese Arbeit entstand im Rahmen des Forschungsvorhabens „Computerunterstützte Unterrichtsvorbereitung" (CUUV) des Instituts für Bildungsinformatik (IfBI) im Forschungs- und Entwicklungszentrum für objektivierte Lehr- und Lernverfahren GmbH (FEoLL) in Paderborn.

Eingegangen am 23. März 1973

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Miloš Lánský, 479 Paderborn, Dörener Weg 2

Zur Kennzeichnung von Lehrzielen

von Hermann STEVER, Karlsruhe und Kiel

Herrn Hans W ä s c h e zum 70. Geburtstag gewidmet

In einem Beitrag auf dem 8. Symposion der Gesellschaft für Programmierte Instruktion wird von Weltner (1971) „die Fragestellung diskutiert, in welcher Beziehung die informationstheoretisch bestimmten Aussagen über Lernstoff, Lernziele, Lernerfolg und Lehrstoffstruktur zu den Aussagen über Lernziele in der allgemeinen Pädagogik stehen." Dabei definiert Weltner „die Kategorien Wissen, Verstehen und Einsehen" unter dem Aspekt der Informationstheorie wie folgt:

„Einen Sachverhalt wissen, kennen oder ihn verstehen heißt, daß das Subjekt (der Lernende) ein internes Modell von diesem Sachverhalt aufgebaut hat. Lernen heißt, ein internes Modell aufzubauen."

Eine eingehende Analyse der Aussagen der allgemeinen Pädagogik zum Komplex der Lehrziele führt schließlich zu folgender Unterscheidung, die den Ausgangspunkt unserer Untersuchungen darstellt. Nach Weltner steht bei Lehrzielbeschreibungen, wie sie etwa von Bloom (1966) gefordert werden, die „Hierarchie der Verhaltensweisen" im Vordergrund, während bei der Beschreibung von Lehrzielen als Aufbau interner Modelle die „Hierarchie der Lehrstoffstruktur" im Vordergrund steht.

Im folgenden soll die genannte Unterteilung der Lehrzielhierarchien einer weitergehenden Analyse mit mathematischen Hilfsmitteln unterzogen werden. Insbesondere wird die von Weltner vorgenommene Differenzierung der Schwerpunkte bei der Lehrzielbeschreibung zum Ausgangspunkt für zwei verschiedene formale Definitionen für Lehrziele. Anschließend werden diese Definitionen auf mögliche Zusammenhänge hin untersucht.

1. *Lehrziele als Aufbau interner Modelle*

Wir setzen mit Lánský (1970) voraus, daß der Lehrstoff aus einer endlichen, nichtleeren Menge von Lehrstoffeinheiten besteht, wobei zwischen den Elementen dieser Menge gewisse Zusammenhänge bestehen. Diese Zusammenhänge können z.B. sachlogische oder grammatikalische Abhängigkeiten der einzelnen Lehrstoffeinheiten sein. Allgemein lassen sich diese Zusammenhänge als Relationen (ggf. als n-stellige Relationen) auffassen oder als Morphismen (ein Morphismus ist eine relations- oder ordnungserhaltende Abbildung; in der älteren Literatur auch Homomorphismus genannt) darstellen (vgl. Jaeger, 1972).

Es bezeichne

$$\mathfrak{A} = \{a_i, i \in \mathfrak{I}\}$$

die Menge der Lehrstoffeinheiten ($\mathfrak{I}$ sei irgendeine endliche nichtleere Indexmenge).

Weiter seien für $i_1 \in \mathfrak{J}$ und $i_2 \in \mathfrak{J}$, a_{i_1} und a_{i_2} beliebige Elemente von $\mathfrak{a}$, dann bezeichnet

$$\mathfrak{M}_{i_1, i_2} = \mathfrak{M}(a_{i_1}, a_{i_2}) = \left\{ m_{i_1 i_2} : \begin{bmatrix} \mathfrak{a} \rightarrow \mathfrak{a} \\ a_{i_1} \rightarrow a_{i_2} \end{bmatrix} \right\}$$

die (evtl. leere) Menge der Morphismen, die nach Voraussetzung die Abhängigkeiten zwischen den Lehrstoffeinheiten $a_{i_1} \in \mathfrak{a}$ und $a_{i_2} \in \mathfrak{a}$ angeben. Die „Hierarchie der Lehrstoffstruktur" ergibt sich, indem alle möglichen Morphismen zwischen den Elementen von $\mathfrak{a}$ vereinigt werden zur Menge

$$\mathfrak{M}(\mathfrak{a}) = \bigcup_{i,j \in \mathfrak{J}} \mathfrak{M}(a_i, a_j).$$

Ggf. sind geeignete Teilmengen von $\mathfrak{M}(\mathfrak{a})$ auszuwählen. Im weiteren werden auch diese Teilmengen mit $\mathfrak{M}(\mathfrak{a})$ bezeichnet, da Mißverständnisse ausgeschlossen sind.)

Die Lehrziele unter informationstheoretischem Aspekt, aufgefaßt als Aufbau interner Modelle der Lehrstoffstruktur, lassen sich nach der hier angegebenen Begriffsbildung formal als Paar $(\mathfrak{a}, \mathfrak{M}(\mathfrak{a}))$ kennzeichnen.

2. *Lehrziele als Verhaltensänderung*

In Anlehnung an Bloom (1966) definiert Antenbrink (1971) ein Lernziel*) als:

„Antizipation und Benennung einer noch zu provozierenden und durchzuführenden, d.h. faktisch noch nicht realisierten Kopplung einer Verhaltenspotenz an einen bestimmten Lerngegenstand. Lernziele*) sind antizipierte Lernleistungen."

Da jede Lernleistung an einen Lernvorgang gebunden ist, erscheint es nötig, um auf dieser Basis zu einer formalen Definition von Lehrzielen zu gelangen, den Lernvorgang näher zu untersuchen. Nach Brandenburg (1972) und Menzel (1970) läßt sich jeder Lernvorgang durch die Angabe von drei Bestimmungsstücken darstellen:

1. Ein lernendes Subjekt oder lernendes System, allgemein: Ein Lernender.
2. Eine Außenwelt mit Wechselwirkungen auf den Lernenden.
3. Ausgezeichnete Wirkungen vom Lernenden auf die Außenwelt (Definierte Verhaltensweisen des lernenden Subjekts).

Das „Lernen" des lernenden Subjekts oder lernenden Systems geschieht dann in der Weise, daß aufgrund von Einwirkungen der Außenwelt auf das Subjekt dieses seinerseits mit Einwirkungen auf die Außenwelt reagiert. Ein Lehrziel – als eine ausgezeichnete Klasse der vom Lernenden ausgehenden Wirkungen – ist erreicht, wenn diese Wirkungen angenommen und über längere Zeit beibehalten werden.

---

*) In der Terminologie dieses Beitrags sind damit Lehrziele gemeint, da es sich nicht notwendig auch um Ziele des Lernenden handelt. Der Verfasser folgt mit dieser Unterscheidung einer Anregung von Herrn Professor Dr. H. Frank.

Wenn wir also die Menge der möglichen Wirkungen auf das lernende Subjekt mit $\mathfrak{X}$, die Menge der vom lernenden Subjekt ausgehenden Wirkungen mit $\mathfrak{Y}$ bezeichnen, dann läßt sich nach Menzel (1970) jedes Lernsystem in verschiedener Weise als abstrakter Automat mit $\mathfrak{X}$ als Eingabemenge und $\mathfrak{Y}$ als Ausgabemenge darstellen. Insbesondere lassen sich damit Lehrziele formal definieren als nichtleere Teilmengen $\mathfrak{L}$ von $\mathfrak{X} \times \mathfrak{Y}$, bei denen der Vorbereich von $\mathfrak{L}$ mit der Eingabemenge $\mathfrak{X}$ identisch ist.

3. *Vergleich der beiden Definitionen*

Die Kennzeichnung der Lehrziele vermittels der Lehrstoffstruktur als Paar $(\mathfrak{A}, \mathfrak{M}(\mathfrak{A}))$ läßt sich nun sofort als (gerichteter) Graph darstellen, wenn die folgende Definition eines Graphen zugrundegelegt wird und dabei die angegebene Identifizierung vorgenommen wird:

Ein Gebilde $(\mathfrak{P}, \alpha)$ heißt Graph, wenn

(1) $\mathfrak{P} = \{p_i \mid i \in \mathfrak{I}, \mathfrak{I}$ endl. Indexmenge$\}$ eine Punktmenge

(2) $\alpha = \{\alpha_{p_i p_j} \mid p_i, p_j \in \mathfrak{P}\}$ die Menge der Kanten oder Pfeile zwischen den Punkten

von $\mathfrak{P}$ bezeichnet.

Durch die Gleichsetzung von $\mathfrak{A}$ mit $\mathfrak{P}$ und $\mathfrak{M}(\mathfrak{A})$ mit α läßt sich die Lehrstoffstruktur als Graph über den Lehrstoffeinheiten darstellen. Lehrziele sind damit – bei konsequenter Weiterführung des von Weltner (1971) angegebenen Ansatzes – als interne Modelle der Lehrstoffstrukturgraphen aufzufassen.

Nun ist es aber eine bekannte Tatsache der Automatentheorie, daß jedem gerichteten Graphen eineindeutig ein determinierter abstrakter Automat zugeordnet werden kann (vgl. z.B. Starke, 1969). Andererseits beschreibt Menzel – wie oben kurz dargestellt – das Lernsystem durch determinierte abstrakte Automaten.

Folglich kann aus diesen beiden Sachverhalten der Schluß gezogen werden, daß – zumindest auf der formalen Ebene – der von Weltner vorgenommene Ansatz der Lehrzieldefinition unter dem Aspekt der Informationstheorie über die Aussagen der allgemeinen Pädagogik zur Definition von Lehrzielen hinausgeht. Die Definitionen liegen nicht auf einer Ebene und sind somit nicht unmittelbar vergleichbar.

Der formale Zusammenhang zwischen der Lehrzieldefinition in Weiterführung des Ansatzes von Weltner als Paar $(\mathfrak{A}, \mathfrak{M}(\mathfrak{A}))$ einerseits und dem Begriff des Lernsystems nach Menzel andererseits läßt vielmehr darauf schließen, daß der informationstheoretische Ansatz die Lehrformen in den Vordergrund rückt und damit zu einer formalen Entsprechung der Ansätze von Gagné (1969) zu erweitern ist.

Abschließend sei neben den formalen ein pragmatischer Aspekt gestellt: Ziel der Lehrzieldiskussion – unter welchem Aspekt auch immer – müßte es sein, jeder Stufe einer Lehrzielhierarchie ein spezielles Lehrverfahren zur Erreichung der Ziele der jeweiligen Stufe zuzuordnen. Nur dann scheint eine Hierarchisierung der Lehrziele nützlich, da unter dieser Voraussetzung der Lehrprozeß simulierbar wird. Es bleibt zu hoffen, daß durch ein stärker formalisiertes Vorgehen, wie es hier zumindest ansatzweise vorgenommen wurde, diesem Ziel näher zu kommen ist.

Schrifttumsverzeichnis

H. Antenbrink: Operationalisieren von Lernzielen, Manuskript 1971 (unveröffentlicht)

B.S. Bloom (Hrsg.): Taxonomy of Educational Objectives, New York 1966[10]

W.J. Brandenburg: Mathematische modellen in de didaktiek, Groningen 1972

R. M. Gagné: Die Bedingungen des menschlichen Lernens, Hannover 1969

A. Jaeger: Beziehungen zwischen Mathematik und Wirklichkeit in mathematischen Modellen von empirischen Strukturen. In: Proceedings in Operations Research, Würzburg, Wien 1972

M. A. Kaaz: Zur Formalisierung der Begriffe: System, Modell, Prozeß und Struktur. Angewandte Informatik 1972, Heft 12

M. Lánský: Verbal-Entwurf eines Algorithmus zur Bestimmung der optimalen Verteilung von Explanationen im Lehrprogramm. In: Perspektiven des Programmierten Unterrichts (Hrsg. B. Rollett und K. Weltner), Wien 1970

W. Menzel: Theorie der Lernsysteme, Berlin, Heidelberg, New York 1970

P. H. Starke: Abstrakte Automaten, Berlin 1969

K. Weltner: Lernziele unter dem Aspekt der Informationstheorie. In: Fortschritte und Ergebnisse der Unterrichtstechnologie (Hrsg. B. Rollett und K. Weltner), München 1971

Eingegangen am 27. März 1973

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. H. Stever, 674 Landau, Fleckensteinstraße 22

Veranstaltungen

Vom 19. – 21. Oktober 1973 treffen sich die Vertreter der kybernetischen Pädagogik zu einer Klausurtagung in Paderborn. Das Werkstattgespräch, das einer Bestandsaufnahme und Kooperationsplanung dienen soll, wird vom Institut für Kybernetische Pädagogik im FEoLL Paderborn zusammen mit dem Institut für Kybernetik an der PH Berlin und der Arbeitsgruppe Kybernetik der GPI vorbereitet.

Personalien

Dr. Gerhard *Hollenbach*, bisher wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Kybernetik (jetzt Kybernetische Pädagogik) im FEoLL Paderborn wurde zum Professor der Kybernetik (Informationswissenschaft) an der Abteilung 5 der Pädagogischen Hochschule Berlin ernannt.

Dr. Hermann *Stever*, früher Universität Karlsruhe, hat einen Ruf an den ordentlichen Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik an der Erziehungswissenschaftlichen Hochschule Rheinland-Pfalz, Abt. Landau, angenommen.

Neuerscheinungen

Dörfler, W. und Mühlbacher, J.: *Graphentheorie für Informatiker.* Sammlung Göschen, de Gruyter, Berlin 1973, 140 S., 12,80 DM. – Die Autoren legen ein für die Hand des Praktikers bestimmtes Konzentrat graphentheoretischer Begriffsbildungen und Methoden vor. Der knappe Stil und die lobenswerte mathematische Strenge des Bändchens setzen die Beherrschung der formal-logischen Grundlagen allerdings voraus. Einen Schwerpunkt bilden verschiedene Algorithmen nebst deren Realisierung in der Programmiersprache FORTRAN. Ein umfangreiches Literaturverzeichnis erleichtert den Zugang zu Standardwerken wie auch zu wissenschaftlichen Originalarbeiten. (Rainer Hilgers)

Peter Mertens (Hsg.): *Angewandte Informatik.* Sammlung Göschen, de Gruyter, Berlin, 1972, 198 S., 9,80 DM. – Die hier behandelten Anwendungsgebiete sind die Informationserschließung sowie die praktische Mathematik und die mathematische Statistik in verschiedenen Bereichen, ferner die automatische Übersetzung, Echtzeit-Anschlußsysteme verschiedenster Art, rechnerunterstützte Diagnostik und Therapie sowie Rechneranwendungen in Betriebs- und Volkswirtschaft, Recht, Administration, Verteidigung und im Bildungswesen. (hfr)

Brigitte S. Meder und Wolfgang Schmid (Hsg.): *Kybernetische Pädagogik. Schriften 1958 – 1972.* Kohlhammer, Stuttgart, 1973, Bd. I 687 S., Bd. II 529 S., Bd. III 669 S., Bd. IV (für Okt. 73 angekündigt) ca. 900 S. je Band 18,– DM. – In diesen vier Bänden sind sämtliche aus dem Institut für Kybernetik Berlin und Paderborn und dem jetzigen Institut für Kybernetische Pädagogik im FEoLL Paderborn bis 1972 in Zeitschriften oder Sammelbänden erschienenen Arbeiten in Faksimile reproduziert. Alle Bände dieser in Dünndruck erschienenen Quellensammlung sind in Ganzleinen gebunden. (BFB)

Klaus Bung: *Ansätze zu einer Theorie des Programmierten Sprachunterrichts.* Julius Gross Verlag, Heidelberg, 1972, 113 S., 16,– DM. – Der Verfasser, einer der international führenden Vertreter des programmierten Sprachunterrichts, beschäftigt sich „hier vornehmlich mit den Beziehungen zwischen der Theorie des Sprachunterrichts und der Theorie der Sprachbeschreibungen". Die Arbeit baut auf der als „Δ-Diagramm" bezeichneten Halbordnung als Lehrziel anstrebbarer Kommunikationsfertigkeiten auf. Sie führt von der systematischen Programmerstellung bis zu vergleichenden Wertungen verschiedener Unterrichtsformen, wobei es Bung ablehnt, die wissenschaftliche Strenge der Gedankenführung opportunistischen Rücksichten auf in der Bildungswirklichkeit bestehende Erwartungen zu opfern. Bekannte linguistische und kybernetisch-pädagogische Betrachtungsweisen werden in neuartiger Weise zu einer Fremdsprachendidaktik verknüpft, die es verdient, trotz der Erschwerung durch zahlreiche Abkürzungen gründlich gelesen zu werden. (BFB)

Helmar Frank und Uwe Lehnert (Hsg.): *Institut für Kybernetik Berlin – Paderborn. Ein Rückblick auf ein Jahrzehnt kybernetisch-pädagogischer Forschungs-, Entwicklungs- und Aufklärungsarbeit.* Institut für Kybernetik GmbH, Paderborn, 1973, 80 S., 3,– DM. – Neben Darstellungen der Forschungsprojekte und Ziele des Instituts für Kybernetik und einem Kontaktregister mit Daten über die früheren und jetzigen Institutsangehörigen verdient deren umfassende Bibliographie besonders hervorgehoben zu werden. (BFB)

Dagulf D. Müller: *Kybernetik, Automation, Bildungstechnologie, Grenzgebiete.* Elwert und Meurer, Berlin, 1972. 220 S., 14,90 DM. – Diese umfassende Bibliographie auf dem neuesten Stand enthält neben einem Zeitschriften-, einem Organisationen- und einem Institutsverzeichnis einen Veranstaltungskalender und 1618 fast durchweg 1971 oder 1972 erschienene Werke nach Arbeitsgebieten aufgegliedert. (BFB)

Deutschsprachige Lehrprogramme. Stand Dezember 1971. Pädagogisches Zentrum Berlin, 1972, 106 S., 6,– DM. – Die 405 nach Sachgebieten geordneten Programme können von Interessenten beim Referat Dokumentation des PZ Berlin ausgeliehen werden. (BFB)

Hartmut Noltemeier: *Datenstrukturen und höhere Programmiertechniken.* Sammlung Göschen, de Gruyter, Berlin, 1972, 86 S., 9,80 DM. – Das Bändchen sucht in die Grundlagen der Systemprogrammierung einzuführen, also in die Theorie jener Rechnerprogramme, welche es dem Benutzer gestatten, den Rechner im Idealfall ohne Hinblick auf seine Strukturbesonderheiten, also ausschließlich problemorientiert zu benutzen. Zu den Schlüsselbegriffen dieses Gebiets gehören vor allem die „Datei", sowie das „Suchen", „Sortieren" und „Adressieren". (hfr)

Friedrich L. Bauer: *Andrei und das Untier.* Bayerischer Schulbuch-Verlag, München, 1972, 80 S., 14,80 DM. – Diese Einführung in die Informatik hält noch mehr als der etwas kindertümliche Titel verspricht. Es ist eine humorvolle (auch witzig bebilderte), dabei aber präzise und nicht etwa vereinfachende Darstellung der Grundzüge der Logik, der Informationstheorie und der Programmierung. Als Einführung in die Grundgedanken der Informatik ist das Bändchen besonders Geisteswissenschaftlern zu empfehlen, da die „höhere" Mathematik ausgeklammert bleibt. (BFB)

Peter Kümmel: *Wertbestimmung von Information. Zur qualitativen Analyse des Inhalts natürlicher Sprachen. Grundlagen der Nichtnumerik.* Niemeyer, Tübingen, 1972, 90 S., 18,– DM. – Hinter dem Titel steckt der Versuch eines Sinologen und Sprachforschers, den Inhalt von Sprachen, der streng vom Ausdruck getrennt wird, qualitativ zu analysieren. (Da der „Inhalt niemals in eine homogene Masse gleichwertiger Einheiten zu zerlegen ist" (S. 7) kommt er nach Kümmel für eine „Bitmessung" nicht in Frage.) Eine klare Gliederung, originelle Veranschaulichungen („Deuterschwamm") und reiches Beispielmaterial u.a. auch aus den ostasiatischen Sprachen machen das Buch zu einer anregenden Lektüre für Sprachanalytiker. (BFB)

Friedrich Goller, Heinrich Scheuring, Alfred Trageser: *Das KI-System. Automatisierte Kommunikation und Information in Politik und Verwaltung.* Kohlhammer, Stuttgart, und Deutscher Gemeindeverlag, Köln, 1971, 280 S., 28,– DM.

Wolfgang Kliemann, Norbert Müller: *Logik und Mathematik für Sozialwissenschaftler 1. Grundlagen formalisierter Modelle in den Sozialwissenschaften.* Wilhelm Fink Verlag, München, 1973, 307 S., 12,80 DM.

Dimitris N. Chorafas: *Computer in der Medizin.* (Aus dem Engl. übersetzt von Peter Hahn und Michael J. A. Hoffmann.) W. de Gruyter, Berlin, 1973, 127 S., 48,– DM.

Charles Sanders Peirce: *Lectures on Pragmatism – Vorlesungen über Pragmatismus. Mit Einleitung und Anmerkungen herausgegeben von Elisabeth Walther.* (Zweisprachig, aus dem Engl. übersetzt von Elisabeth Walther unter Mitwirkung von Kathinka Huebner.) Felix Meiner, Hamburg, 1973, 342 S.

Dietrich Korn: *Grenzen des Wissens – anhand von Beispielen aus der Physik.* Universitätsverlag Konstanz, 1973, 30 S., 9,80 DM.

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Es wird zur Beschleunigung der Publikation gebeten, Beiträge an die Schriftleitung in doppelter Ausfertigung einzureichen. Etwaige Tuschzeichnungen oder Photos brauchen nur einfach eingereicht zu werden.

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang können in der Regel nicht angenommen werden. Unverlangte Manuskripte können nur zurückgesandt werden, wenn Rückporto beiliegt. Es wird gebeten bei nicht in deutscher Sprache verfaßten Manuskripten eine deutsche Zusammenfassung anzufügen.

Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch (verschiedene Werke desselben Autors chronologisch) geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind Titel, Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seite (z. B. S. 317—324) und Jahr, in dieser Reihenfolge. (Titel der Arbeit kann angeführt werden.) Im selben Jahr erschienene Arbeiten desselben Autors werden durch den Zusatz „a", „b" etc. ausgezeichnet. Im Text soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs des zitierten Werkes (evtl. mit dem Zusatz „a" etc.), in der Regel aber nicht durch Anführung des ganzen Buchtitels zitiert werden. Wo es sinnvoll ist, sollte bei selbständigen Veröffentlichungen und längeren Zeitschriftenartikeln auch Seitenzahl oder Paragraph genannt werden. Anmerkungen sind zu vermeiden.

Forme des manuscrits

Pour accélérer la publication les auteurs sont priés, de bien vouloir envoyer les manuscrits en deux exemplaires. Des figures (à l'encre de chine) et des photos, un exemplaire suffit.

En général les manuscrits qui fourniraient plus de 12 pages imprimées ne peuvent être acceptés. Les manuscrits non demandés ne deuvent être rendus que si les frais de retour sont joints. Si les manuscrits ne sont pas écrits en allemand, les auteurs sont priés de bien vouloir ajouter un résumé en allemand.

La littérature utilisée doit être citée à la fin de l'article par ordre alphabétique; plusieurs oeuvres du même auteur peuvent être enumérées par ordre chronologique. Le prénom de chaque auteur doît être ajouté, au moins en abrégé. Indiquez le titre, le lieu et l'année de publication, et, si possible, l'éditeur des livres, ou, en cas d'articles de revue, le nom de la revue, le tome, les pages (p.ex.p. 317—324) et l'année, suivant cet ordre; la titre des travaux parus dans de revues peut être mentionné. Les travaux d'un auteur parus la même année sont distingués par «a», «b» etc. Dans le texte on cite le nom de l'auteur, suivi de l'année de l'édition (éventuellement complèté par «a» etc.), mais non pas, en général, le titre de l'ouvrage; si c'est utile on peut ajouter la page ou le paragraphe. Evitez les remarques en bas de pages.

Form of Manuscript

To speed up publication please send two copies of your paper. From photographs and figures (in indian ink) only one copy is required.

Papers which would cover more than 12 printed pages can normally not be accepted. Manuscripts which have not been asked for by the editor, are only returned if postage is enclosed. If manuscripts are not written in German, a German summary is requested.

Papers cited should appear in the Bibliography at the end of the paper in alphabetical order by author, several papers of the same author in chronological order. Give at least the initials of the authors. For books give also the title, the place and year of publication, and, if possible, the publishers. For papers published in periodicals give at least the title of the periodical in the standard international abbreviation, the volume, the pages (e.g. p. 317—324) and the year of publication. (It is useful to add the title of the publication.) When more than one paper of the same author and the same year of publication is cited, the papers are distinguished by a small letter following the year, such as "a", "b" etc. References should be cited in the text by the author's name and the year of publication (if necessary followed by "a" etc.), but generally not with the full title of the paper. It might be useful to mark also the page or paragraphe referred to.

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

Erste deutschsprachige Zeitschrift für Kybernetische Pädagogik und Bildungstechnologie

Informations- und Zeichentheorie
Sprachkybernetik und Texttheorie
Informationspsychologie
Informationsästhetik
Modelltheorie
Organisationskybernetik
Kybernetikgeschichte
und Philosophie der Kybernetik

Begründet 1960 durch Max Bense
Gerhard Eichhorn
und Helmar Frank

Band 14/1973

Schroedel

Geschäftsführende Schriftleiterin:
Assessorin Brigitte Frank-Böhringer

Inhaltsverzeichnis Band 14/1973

UMSCHAU UND AUSBLICK

KYBERNETISCHE FORSCHUNGSBERICHTE